# บทที่ 2

# เครื่องยนต์ดีเซล น้ำมันดีเซล มลพิษจากการเผาไหม้

## 2.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซลที่นำมาทดสอบ ในด้านอุปกรณ์และระบบที่สำคัญ และกล่าวถึงน้ำมันดีเซล ในด้านต่าง ๆ เช่น คุณสมบัติความเป็นเชื้อเพลิง การเลือกใช้น้ำมันดีเซล และอันตรายที่เกิดจากน้ำมันดีเซล ในส่วนสุดท้ายจะกล่าวถึงมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์

## 2.2 เครื่องยนต์ดีเซล

เครื่องยนต์ดีเซลถูกใช้งานกันอย่างกว้างขวาง เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนยานพาหนะ ขับเคลื่อนเครื่องจักรกลหนัก เครื่องจักรกลการเกษตร รวมทั้งเครื่องทุ่นแรงต่าง ๆ ในการปลูกสร้างบ้านเรือน และถนนหนทาง ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องยนต์ดีเซลให้ความมั่นใจแก่ผู้ใช้ได้สูงกว่า ด้วยเหตุนี้ เครื่องยนต์ดีเซลจึงมีบทบาทสำคัญยิ่งสำหรับยานพาหนะทั่วโลก เช่น รถยนต์โดยสารขนาดใหญ่ รถไฟ รถดีเซลราง และเรือเดินทะเลเพื่อขนถ่ายคน ขนถ่ายสินค้า ขนถ่ายวัตถุดิบ ขนถ่ายผลผลิตทั้งทางด้านเกษตรกรรมและอุตสาหกรรมระหว่างเมืองระหว่างประเทศทั่วทุกมุมโลก จึงอาจกล่าวได้ว่า เครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์ต้นกำลังที่มีความสำคัญต่อชีวิตของประชากรโลกมากกว่าเครื่องยนต์ประเภทอื่น

เครื่องยนต์ดีเซล มีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงเป็นพลังงานกลเหมือนกันกับเครื่องยนต์ประเภทอื่น แต่มีข้อดีที่เหนือกว่าคือ ความประหยัด ความเชื่อถือได้ และให้ประสิทธิภาพทางความร้อนสูงกว่ามาก ซึ่งมีประสิทธิภาพทางความร้อนสูงถึง 34% ในขณะที่เครื่องยนต์เบนซินมีประสิทธิภาพทางความร้อนเพียง 23% เครื่องกังหันไอน้ำ 28% เครื่องกังหันก๊าซ 16% และเครื่องจักรไอน้ำมีประสิทธิภาพทางความร้อนต่ำสุดเพียง 8% เท่านั้น

เครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ หมายถึงการทำงานของเพลาข้อเหวี่ยงหมุนไปครบ 2 รอบ หรือ 720 องศา โดยที่ลูกสูบเลื่อนขึ้น 2 ครั้ง เลื่อนลง 2 ครั้ง ในห้องสูบทำงานครบ 1 กลวัฏ ซึ่งมีลำดับการทำงานทั้ง 4 จังหวะดังต่อไปนี้

**จังหวะดูด** (Intake stroke) เริ่มต้นที่ลูกสูบอยู่จุดศูนย์ตายบนลิ้นไอดีเปิด ลิ้นไอเสียปิด เมื่อเพลาข้อเหวี่ยงหมุนตามเข็มนาฬิกา จะทำให้ลูกสูบเลื่อนลงเกิดความดันต่ำขึ้นภายในกระบอก

สูบอากาศจะถูกดูดผ่านลิ้นไอดีเข้ามาประจุในกระบอกสูบ จนกระทั่งลูกสูบเลื่อนลงถึงศูนย์ตายล่าง จังหวะนี้ลูกสูบเลื่อนจากศูนย์ตายบนถึงศูนย์ตายล่างเพลาข้อเหวี่ยงหมุนไป 180 องศา

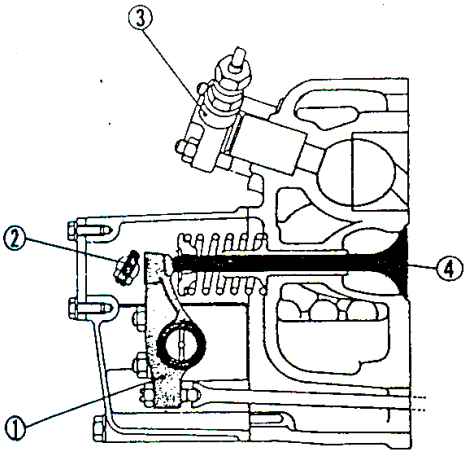
**จังหวะอัด** (Compression stroke) เมื่อลูกสูบเลื่อนผ่านศูนย์ตายล่างก็จะเริ่มต้นจังหวะอัด ลิ้นไอดีถูกปิด ลิ้นไอเสียยังปิดสนิทอยู่ ลูกสูบถูกผลักดันให้เลื่อนขึ้น โดยเพลาข้อเหวี่ยงอากาศที่อยู่ภายในกระบอกสูบจึงถูกอัดตัวให้มีความดันและความร้อนสูงขึ้น เมื่อลูกสูบเลื่อนขึ้นถึงศูนย์ตายบนอากาศจะถูกอัดตัวให้มีปริมาตรเล็กลง ประมาณ 1/16 ของปริมาตรเดิมมีความดันจากการอัดตัวเมื่อสิ้นสุดจังหวะอัด 450 – 650 ปอนด์/ตารางนิ้ว อัตราส่วนการอัด (compression ratio) ประมาณ 14 : 1 ถึง 23 : 1 และอุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ 450 – 650 องศาเซลเซียส (900 – 1,200 องศาฟาเรนไฮต์) จังหวะนี้ลูกสูบเลื่อนจากศูนย์ตายล่างถึงศูนย์ตายบนเพลาข้อเหวี่ยงหมุนไป 180 องศา

**จังหวะกำลัง** (Power stroke) ณ ตำแหน่งลูกสูบเลื่อนขึ้นก่อนถึงศูนย์ตายบนนั้น หัวฉีดจะฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้ามาในกระบอกสูบเป็นฝอยละอองในขณะที่ลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียยังปิดสนิทอยู่ ฝอยละอองของเชื้อเพลิงจะคลุกเคล้ากับอากาศที่ร้อนจากการอัดตัวจนเกิดการเผาไหม้อย่างรวดเร็วทำให้ก๊าซเกิดการขยายตัวผลักดันลูกสูบให้เลื่อนลงจนถึงศูนย์ตายล่าง ความดันที่กระทำบนหัวลูกสูบจะส่งต่อผ่านสลักลูกสูบและก้านสูบไปหมุนเพลาข้อเหวี่ยง ในจังหวะนี้ลูกสูบเลื่อนจากศูนย์ตายบนถึงศูนย์ตายล่างและเพลาข้อเหวี่ยงหมุนไป 180 องศา

**จังหวะคาย** (Exhaust stroke) ลิ้นไอเสียถูกเปิดก่อนที่ลูกสูบจะเลื่อนลงถึงศูนย์ตายล่างเล็กน้อย ก๊าซที่ยังมีการขยายตัวอยู่ ก็จะดันออกจากกระบอกสูบและเมื่อลูกสูบเลื่อนขึ้นจนถึงศูนย์ตายบนก๊าซที่เผาไหม้แล้ว ทั้งหมดจะถูกลูกสูบผลักดันให้ออกจากกระบอกสูบโดยผ่านลิ้นไอเสียนอกห้องสูบ แต่ก่อนที่ลูกสูบจะเลื่อนขึ้นจนถึงศูนย์ตายบนเล็กน้อย ลิ้นไอดีจะเปิดเพื่อประจุอากาศใหม่เข้ามา ณ ตำแหน่งที่ลิ้นไอดีและลิ้นไอเสียเปิดพร้อมกันทั้งสองลิ้นนี้เรียกว่า โอเวอร์แลป (overlap) หลังจากนั้นลูกสูบก็จะเลื่อนลงสู่ศูนย์ตายล่างเพื่อที่จะประจุอากาศเข้ากระบอกสูบ แล้วเริ่มทำงานต่อไปในจังหวะดูด, อัด, กำลัง และคาย ต่อเนื่องกันเป็นวัฏจักรเช่นนี้ตลอดไปจนกว่าเครื่องยนต์จะดับ ในจังหวะคายนี้ลูกสูบเลื่อนจากศูนย์ตายล่างถึงศูนย์ตายบนและเพลาข้อเหวี่ยงหมุนไปอีก 180 องศา

**2.3 เครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วยชิ้นส่วนที่สำคัญดังต่อไปนี้**

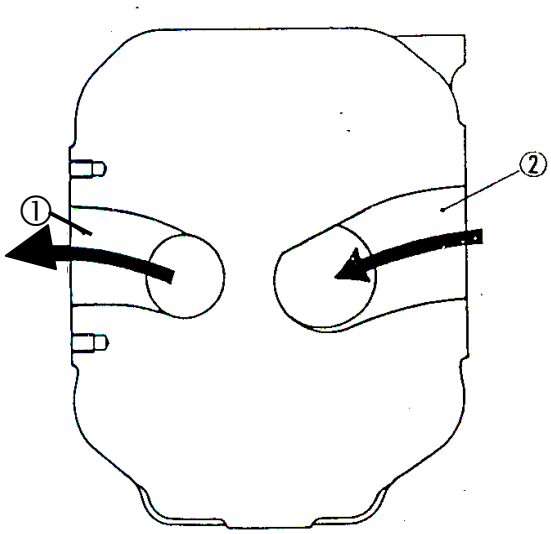
**2.3.1 ฝาสูบ (รูปที่ 1)**




1. กระเดื่องกดวาล์ว
2. หัวฉีด
3. ตัวยกวาล์ว
4. ลิ้น

รูปที่ 1 แสดงชิ้นส่วนฝาสูบ

ฝาสูบ (รูปที่ 1) ทำมาจากเหล็กผสมพิเศษซึ่งสามารถทนต่อความร้อนและแรงดันสูง ๆ ได้ ฝาสูบนี้เป็นชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ที่ติดตั้งอยู่กับเสื้อสูบเป็นที่อยู่ของลิ้นไอดี ลิ้นไอเสีย กระเดื่องกดลิ้น หัวฉีด เป็นต้น ฯลฯ

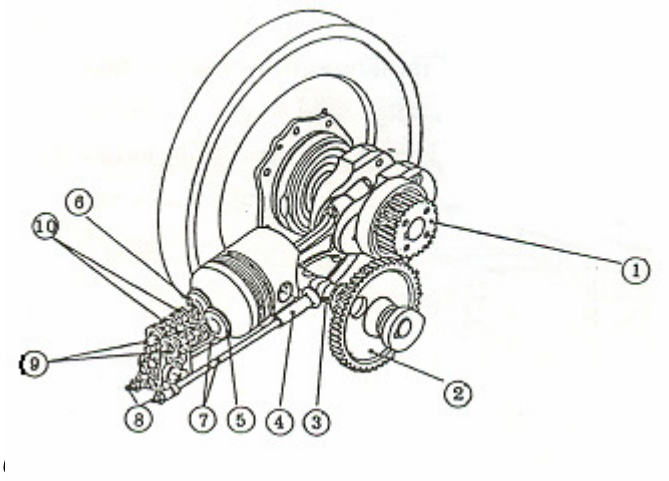



1. ช่องไอเสีย
2. ช่องไอดี

รูปที่ 2 แสดง ช่องไอดี และช่องไอเสีย

ช่องไอดี และช่องไอเสีย (รูปที่ 2 ) เป็นช่องที่ให้ไอดี และไอเสียผ่าน ช่องทั้งสองนี้อยู่ทางด้านข้างของฝาสูบช่องไอดีเป็นช่องที่ให้ไอดีผ่านเข้าไปในกระบอกสูบในจังหวะดูด ส่วนช่องไอเสียเป็นช่องที่ให้ไอเสียผ่านออกนอกกระบอกสูบในจังหวะคาย

**2.3.2 กลไกวาล์วหรือลิ้น (รูปที่ 3)**




1. เฟืองเพลาข้อเหวี่ยง
2. เฟืองเพลาลูกเบี้ยว
3. ลูกเบี้ยว
4. ลูกกระทุ้งลิ้น
5. ลิ้นไอดี
6. ลิ้นไอเสีย
7. ก้านกระทุ้งลิ้น
8. น๊อตจัดปรับตั้งลิ้น
9. สปริงลิ้น

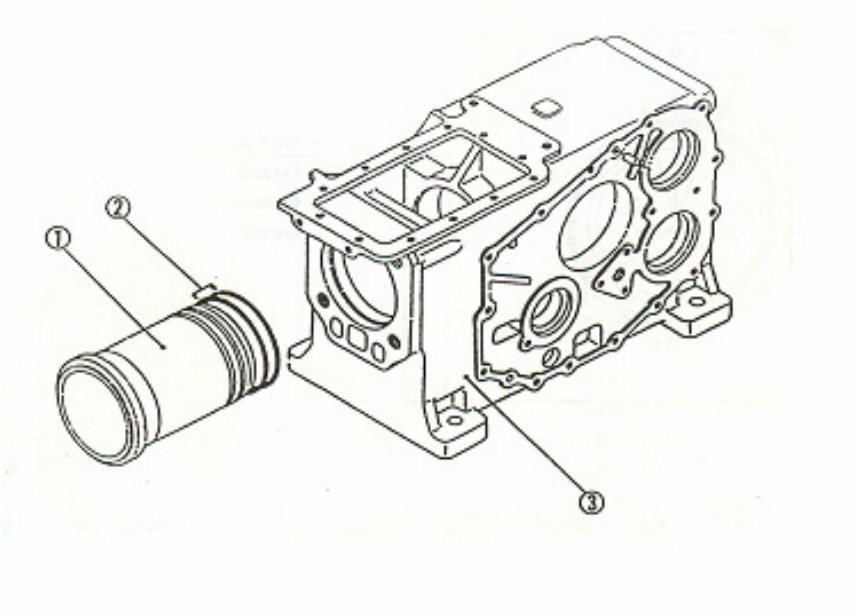
รูปที่ 3 แสดงกลไกวาล์วหรือลิ้น

กลไกวาล์วหรือลิ้น (รูปที่ 3) มีหน้าที่ปิดเปิดลิ้นไอดี และ ลิ้นไอเสียให้ถูกต้องกับจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์ เช่น จังหวะดูดลิ้นไอดีเปิด จังหวะอัด และจังหวะระเบิด ลิ้นไอเสียและไอดีปิดสนิท จังหวะคาย ลิ้นไอเสียเปิด

การทำงาน (รูปที่ 3) เฟืองเพลาลูกเบี้ยว (2) จะถูกขับโดยเฟืองเพลาข้อเหวี่ยง (1) เมื่อเฟืองเพลาลูกเบี้ยวหมุน ลูกเบี้ยว (3) ที่อยู่บนเพลาลูกเบี้ยว ก็จะไปดันให้ลูกกระทุ้งลิ้น (4) ก้านกระทุ้งลิ้น (7) และกระเดื่องกดลิ้น (9) กระเดื่องกดลิ้นก็จำไปกดให้ลิ้น (6) หรือลิ้น (5) เปิดโดยชนะแรงดันของสปริงลิ้น (10) ซึ่งการปิดเปิดลิ้นนี้ จะต้องเป็นไปตามจังหวะการทำงานของเครื่องยนต์

ขณะที่เครื่องยนต์ทำงานลิ้นจะได้รับความร้อนอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นจึงต้องมีช่องว่างเล็ก ๆ อยู่ระหว่างกระเดื่องกดลิ้น และลิ้น เพื่อที่จะให้ลิ้นปิดสนิท ถ้าช่องว่างมีมากเกินไปจะทำให้ ลิ้นเปิดน้อยและมีเสียงดังช่องว่างนี้สามารถปรับแต่งได้ด้วยน๊อตจัดปรับ (8) ที่กระเดื่องกดลิ้น ลิ้นไอดี และลิ้นไอเสียทำมาจากเหล็กที่ทนต่อความร้อนแข็งและทนต่อการสึกหรอ สปริงลิ้น (10) ทำมาจากขดลวดสปริง

**2.2.3 เสื้อสูบ และกระบอกสูบ (รูปที่ 4)**




1. กระบอกสูบ 2. แหวนยาง 3. เสื้อสูบ

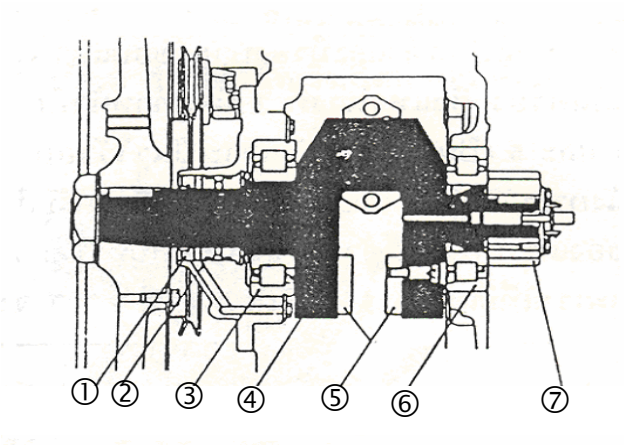
รูปที่ 4 แสดงเสื้อสูบและกระบอกสูบ

เสื้อสูบ (รูปที่ 4) หมายเลข 3 ทำมาจากเหล็กหล่อสามารถทนต่อความร้อนและแรงดันสูง ๆ เสื้อสูบนอกจากจะมีหน้าที่เก็บน้ำมันหล่อลื่นแล้ว ภายในเสื้อสูบก็ยังมีท่อทางเดินน้ำมันหล่อลื่นไปยังส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ เช่น ไปยังตัวเรือนลูกปืนเพลาข้อเหวี่ยง และที่เพลาข้อเหวี่ยง

กระบอกสูบ (รูปที่ 5) หมายเลข 1 ทำมาจากเหล็กหล่อชนิดพิเศษ แข็งและทนต่อการสึกหรอ อัดแน่นอยู่ในเสื้อสูบ เนื่องจากกระบอกสูบแบบนี้เป็นกระบอกสูบแบบเปียก จะมีน้ำหล่อเย็นรอบ ๆ กระบอกสูบ ดังนั้น ด้านล่างของกระบอกสูบจะมีแหวนยาง (รูปที่ 5) หมายเลข 2 อยู่ป้องกันไม่ให้น้ำไหลลงไปยังอ่างน้ำมันเครื่อง และป้องกันก๊าซรั่ว ทางด้านบนของกระบอกสูบจะมีส่วนบาง ๆ ยื่นออกมาจากเสื้อสูบ ส่วนบาง ๆ ที่ยื่นออกมาจากเสื้อสูบนั้นทำไว้เพื่อที่จะให้ปะเก็นฝาสูบอัดแน่นกับกระบอกสูบพอดี

**2.2.4 เพลาข้อเหวี่ยง และส่วนที่รองรับต่าง ๆ (รูปที่ 5)**

1. ซีลเพลาข้อเหวี่ยง
2. แหวนรูน้ำมันเครื่อง
3. ลูกปืนเพลาข้อเหวี่ยง
4. เพลาข้อเหวี่ยง
5. แผ่นถ่วงน้ำหนัก
6. ลูกปืนเพลาข้อเหวี่ยง
7. เฟืองเพลาข้อเหวี่ยง




รูปที่ 5 แสดงเพลาข้อเหวี่ยงและส่วนที่รองรับต่าง ๆ

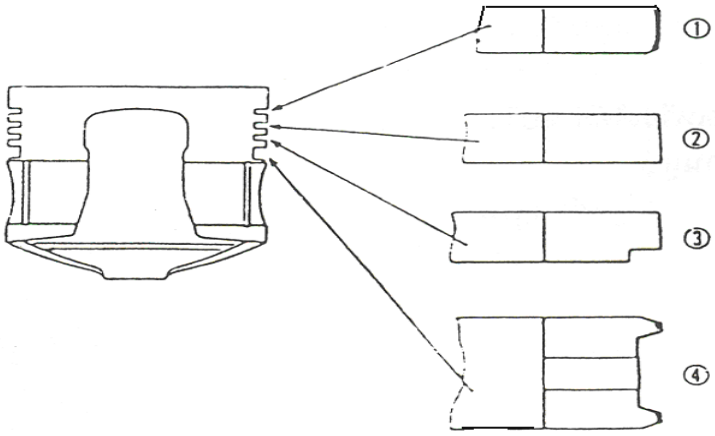
เพลาข้อเหวี่ยง (รูปที่ 5) เป็นตัวเปลี่ยนทิศทางจากการเลื่อนขึ้น – ลงของลูกสูบมาเป็นการหมุนรอบตัวเอง เพื่อส่งกำลังไปใช้งาน โดยส่งกำลังผ่านก้านสูบซึ่งต่ออยู่ระหว่างลูกสูบกับเพลาข้อเหวี่ยง

เพลาข้อเหวี่ยงทำมาจากเหล็กที่มีคุณภาพสูง ส่วนของเพลาข้อเหวี่ยงที่ติดอยู่กับก้านสูบที่รองรับลูกปืนทั้งสองข้างและที่วงแหวนรูน้ำมัน (2) สวมอยู่ ส่วนต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้ จะทำให้แข็งเป็นพิเศษ เพื่อลดการสึกหรอของเพลาข้อเหวี่ยง

และเพื่อให้เกิดการสมดุลในขณะที่เพลาข้อเหวี่ยง (รูปที่ 5) หมุนดียิ่งขึ้น เครื่องยนต์คูโบต้ารุ่น ET 70 และ ET 80 จึงมีแผ่นถ่วงน้ำหนัก (5) ที่เพลาข้อเหวี่ยง ส่วนเครื่องยนต์คูโบต้ารุ่น ET 95 ET 110 และ 115 ได้ออกแบบให้เป็นเพลาสมดุลแทนเพลาข้อเหวี่ยงส่วนที่ติดอยู่กับลูกปืนตัวที่ 2 ส่วนที่ติดอยู่กับวงแหวนรูน้ำมันเครื่อง และส่วนที่ติดอยู่กับก้านสูบจะมีรูทางเดินน้ำมันเครื่องไปหล่อลื่น น้ำมันเครื่องจากปั๊มจะถูกส่งมาตามช่องทางเดินน้ำมันเครื่องภายในเสื้อสูบแล้วมาหล่อลื่นที่วงแหวนรูน้ำมัน และไหลผ่านเข้าไปในรูของเพลาข้อเหวี่ยงเพื่อไปหล่อลื่นแบริ่งก้านสูบ

แหวนรูน้ำมันเครื่องทำมาจากอลูมิเนียมผสมเหล็กหล่อ ส่วนซีลเพลาข้อเหวี่ยงมีไว้เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำมันเครื่องรั่ว

**2.2.5 ลูกสูบ และแหวนลูกสูบ (รูปที่ 6)**




1. แหวนตัวที่ 1 (ผิวหน้าแหวนมันเป็นสีบรอนซ์)
2. แหวนตัวที่ 2 (แหวนคล้ายคลึงกาบแหวนตัวที่ 1 แต่เป็นสีดำ)
3. แหวนตัวที่ 3 (แหวนเป็นสีดำและมีร่องบาก)
4. แหวนตัวที่ 4-5 (เป็นแหวนน้ำมันเจาะรูไว้รอบ ๆ )

รูปที่ 6 แสดงลูกสูบและแหวนลูกสูบ

ในขณะที่เครื่องยนต์ทำงานลูกสูบ (รูปที่6) จะได้รับความร้อนและแรงดันสูงอยู่ตลอดเวลา ดังนั้น ลูกสูบจึงทำมาจากอลูมิเนียมผสมเหล็กหล่อ เมื่อได้รับความร้อนแล้วขยายตัวน้อยน้ำหนักเบา ทนต่อความร้อนและทนต่อการสึกหรอ

เครื่องยนต์คูโบต้าบางรุ่น จะมีแหวนลูกสูบอยู่ 4 ตัว และบางรุ่นจะมีแหวนอยู่ที่ 5 ตัว

**ก. แหวนตัวที่ 1** เป็นแหวนอัดคือป้องกันกำลังอัดรั่ว ผิวหน้าแหวนเป็นมัน นอกจากนี้แล้วยังออกแบบขอบแหวนไว้ให้พอดีกับกระบอกสูบและเพื่อป้องกันการสึกหรออย่างรวดเร็ว หรือไหม้ละลายติดกับกระบอกสูบที่ขอบแหวนจึงชุบโครเมี่ยมไว้เพื่อให้ผิวของแหวนแข็งเป็นพิเศษ

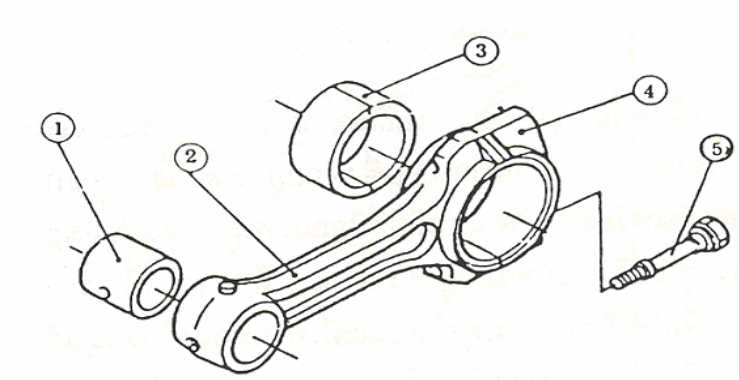
**ข. แหวนตัวที่ 2** เป็นแหวนอัดคือป้องกันกำลังอัดรั่วลักษณะคล้ายคลึงกับแหวนตัวที่ 1 แต่เป็นสีดำ และที่ขอบแหวนจะทำมุมเฉียง (รูปที่6) หมายเลข 2 เพื่อที่จะให้สัมผัสกับกระบอกสูบพอดี และในขณะที่ลูกสูบเลื่อนลงมุมของแหวน ก็จะช่วยกวาดน้ำมันเครื่องด้วย

**ค. แหวนตัวที่ 3** แหวนเป็นสีดำและมีร่องบาก ขอบแหวนจะทำเป็นมุมเฉียงไว้ (ดังรูปที่ 6) และด้านล่างจะทำเป็นร่องบากไว้กวาดน้ำมันเครื่อง ซึ่งแหวนวงที่ 3 นี้จะทำหน้าที่กวาดน้ำมันเครื่องได้ดีกว่าแหวนตัวที่ 2

**ง. แหวนตัวที่ 4 และ 5** เป็นแหวนน้ำมันเจาะเป็นรูไว้รอบ ๆ ขอบแหวนตัวที่ 4 – 5 นี้จะเป็นตัวพาน้ำมันเครื่องขึ้นไปหล่อลื่นผนังกระบอกสูบ และกวาดน้ำมันเครื่องกลับอ่างน้ำมันเครื่องในขณะที่ขอบแหวนทั้งด้านบนและด้านล่างของแหวนทั้งสองตัว จะชุบโครเมี่ยมทำให้ผิวแข็งไว้

**หมายเหตุ** ในกรณีที่มีแหวน 5 ตัวแหวนตัวที่ 2 , 3 จะเหมือนกัน ตัวที่ 4 , 5 ก็จะเหมือนกัน

**2.2.6 ก้านสูบและแบริ่งก้านสูบ (รูปที่ 7)**




1. บูชก้านสูบ
2. ก้านสูบ
3. แบริ่งก้านสูบ
4. ฝาประกับก้านสูบ
5. น๊อตยึดประกับก้านสูบ

รูปที่ 7 แสดงก้านสูบและแบริ่งก้านสูบ

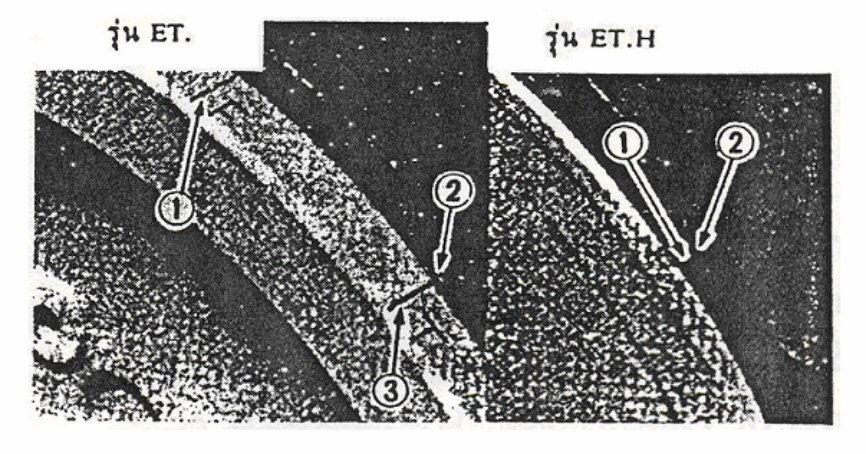
ก้านสูบ (รูปที่ 7) หมายเลข 2 ทำมาจากการหลอมเหล็กคาร์บอนขึ้นรูป สามารถทนต่อแรงกระแทกที่เกิดจากการระเบิดได้ดีก้านสูบทางด้านที่ติดอยู่กับเพลาข้อเหวี่ยง จะถอดแยกออกได้โดยมีน๊อตยึดก้านสูบซึ่งออกแบบเป็นพิเศษขันไว้ ก้านสูบและฝาประกับก้านสูบก่อนที่จะมาผ่าแยก

ส่วนกันนั้นต้องเจียระไนให้ได้ขนาดเสียก่อน แล้วจึงผ่าแยกส่วนทีหลัง ดังนั้นฝาประกับก้านสูบ (รูปที่ 7) จะใส่กลับกันไม่ได้ โดยที่ฝาประกับก้านสูบ และที่ก้านสูบจะมีหมายเลขกำกับไว้

แบริ่งก้านสูบ (รูปที่ 7) หมายเลข 3 ทำมาจากทองแดงผสมตะกั่วและที่ผิวหน้าของแบริ่งก้านสูบจะชุบดีบุกไว้ จะช่วยให้สัมผัสกับเพลาข้อเหวี่ยงได้ดี แบริ่งก้านสูบนี้สามารถแยกออกเป็นสองส่วนได้ คือ ส่วนที่ติดอยู่กับก้านสูบ และส่วนที่ติดอยู่กับฝาประกับก้านสูบ

บูชก้านสูบ (รูปที่ 7) หมายเลข 1 ทำมาจาก ตะกั่วและทองแดง ที่ผิวของบูชจะมีดีบุกเคลือบไว้เพื่อช่วยให้ทนต่อแรงสั่นสะเทือน แรงกระแทก และความร้อนที่เกิดขึ้น

**2.2.7 ล้อช่วยแรง (รูปที่ 8)**

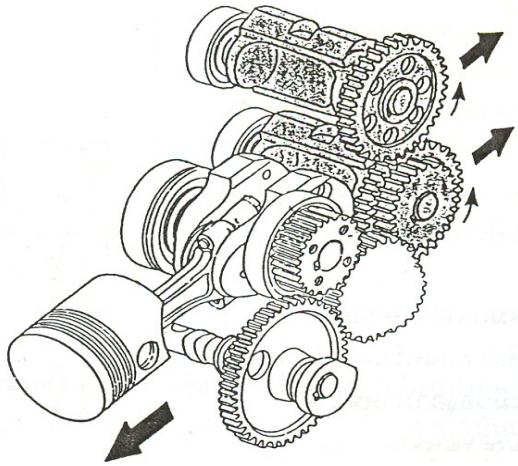



1. มาร์ค (F) เป็นจุดที่หัวฉีดเริ่มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง
2. มาร์ค (T) จุดศูนย์ตายบน

รูปที่ 8 แสดงตำแหน่งการฉีดน้ำมันและศูนย์ตายบน

ล้อช่วยแรง (รูปที่ 8) ของเครื่องยนต์จะเป็นตัวสะสมแรงเฉื่อยของเครื่องยนต์ไว้ในจังหวะระเบิด เพื่อที่จะเอากำลังที่สะสมไว้ไปหมุนเพลาข้อเหวี่ยงในจังหวะต่อไปซึ่งจะทำให้เครื่องยนต์เดินเรียบ และที่ขอบของล้อช่วยแรงจะมีมาร์ค “T” (รูปที่ 8) เป็นมาร์คที่ลูกสูบอยู่ศูนย์ตายบน และมาร์ค “F” (รูปที่ 8) เป็นมาร์คที่หัวฉีดเริ่มฉีดน้ำมันเชื้อเพลิง

**2.2.8 เพลาสมดุล (Balancer) (รูปที่ 9)**

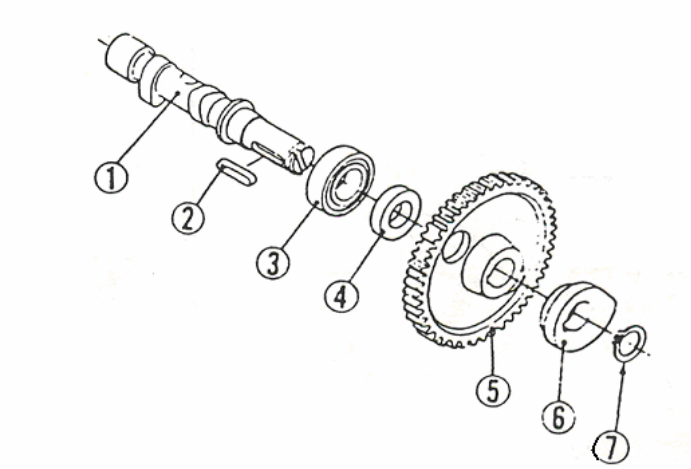


รูปที่ 9 แสดงเพลาสมดุล

เพลาสมดุล (รูปที่ 9) ของเครื่องยนต์จะเป็นตัวสะสมแรงเฉื่อยที่เกิดจากการเลื่อนขึ้นลงของลูกสูบอย่างรวดเร็วไว้ซึ่งจะมีผลทำให้ลดการสั่นสะเทือนของเครื่องยนต์และเสียงที่เกิดจากการสั่นสะเทือน มีอยู่ในเครื่องยนต์ตั้งแต่ 9.5 แรงม้าขึ้นไปสำหรับเครื่องยนต์คูโบต้ารุ่น ET

**2.2.9 เพลาลูกเบี้ยว (รูปที่ 10)**

1. เพลาลูกเบี้ยว
2. ลิ่ม
3. ลูกปืน
4. แผ่นรอง
5. เพลาลูกเบี้ยว
6. ลูกเบี้ยวเตะปั๊ม
7. แหวนล๊อคตัวนอก

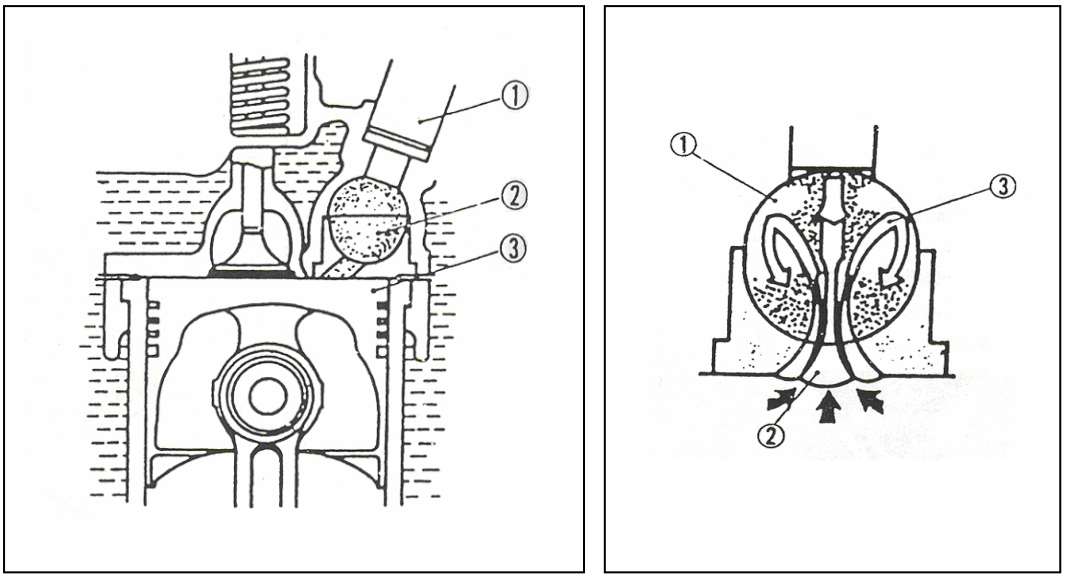



รูปที่ 10 แสดงเพลาลูกเบี้ยว

เพลาลูกเบี้ยว (รูปที่ 10) ทำมาจากเหล็กหล่อขึ้นรูป ส่วนที่เป็นลูกเบี้ยวไอดี ไอเสีย และปลายเพลาจะทำให้แข็งไว้ ส่วนบนโค้งของยอดลูกเบี้ยวทั้งสอง จะช่วยให้การทำงานของลิ้นมีประสิทธิภาพขึ้น และในขณะเดียวกันก็จะช่วยลดเสียงดังได้ เพลาลูกเบี้ยวประกอบไปด้วยลูกเบี้ยวไอดี และลูกเบี้ยวไอเสียซึ่งจะเป็นตัวทำให้ลิ้นไอดีและลิ้นไอเสีย ปิด – เปิด และยังมีลูกเบี้ยวที่ใช้ควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง ที่ปลายเพลาลูกเบี้ยวจะเจาะร่องไว้เพื่อที่จะไปขับปั๊มน้ำมันหล่อลื่น

**2.2.9 ระบบห้องเผาไหม้ (Combustion Chamber) (รูปที่ 11)**

ห้องเผาไหม้มีความสำคัญ ที่จะทำให้ส่วนผสมระหว่างอากาศกับน้ำมันคลุกเคล้ากันให้ดีพอก่อนที่จะทำการเผาไหม้ ถ้าน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศผสมกันไม่ดีพอแล้วก็จะทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ซึ่งจะทำให้กำลังของเครื่องยนต์ไม่ดี โดยเครื่องยนต์ที่นำมาทดสอบมีห้องเผาไหม้แบบ (swirl chamber) ห้องเผาไหม้แบบนี้มีห้องเผาไหม้ช่วยเป็นรูปทรงกลม (รูปที่ 11) ซึ่งเรียกว่าห้องเผาไหม้แบบ (vertex) การเผาไหม้ส่วนใหญ่จะอยู่ที่ห้องเผาไหม้ (รูปที่ 11) ซึ่งแสดงในจังหวะอัดอากาศในห้องเผาไหม้ก็จะเกิดการหมุนวน เมื่อหัวฉีดน้ำมันมาปะทะกับอากาศที่ร้อนและมีแรงดันสูง แรงหมุนวนของอากาศก็จะทำให้อากาศกับน้ำมันผสมกันได้ดีพอก่อนที่จะเผาไหม้ ห้องเผาไหม้แบบนี้จัดให้มีใช้ในเครื่องยนต์คูโบต้ารุ่น KND, ET. และ ER จะมีช่องอากาศหมุนวน 3 ช่อง (รูปที่ 11) ซึ่งเรียกว่าแบบ TVCS (three vertex combustion system) ในระบบห้องการเผาไหม้ที่มีช่องอากาศหมุนวน 3 ช่องนี้ จะทำให้อากาศที่ถูกอัดขึ้นไปในจังหวะอัดเกิดการหมุนวนในห้องเผาไหม้ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้สูง ระบบห้องเผาไหม้แบบนี้ทำให้สตาร์ทเครื่องยนต์ติดง่าย และเสียงของเครื่องยนต์ดังน้อย



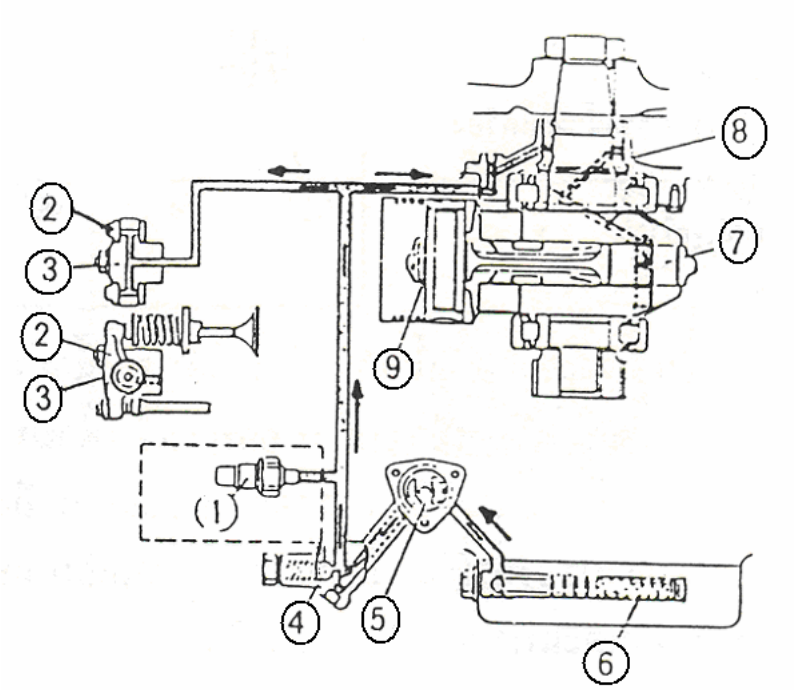

1. หัวฉีด 2. ห้องเผาไหม้ 3. ลูกสูบ

1. ห้องเผาไหม้ 2. ช่องอากาศหมุนวน 3. อากาศไหล

รูปที่ 11 แสดงห้องเผาไหม้แบบ Swirl Chamber

**2.2.10 ระบบหล่อลื่น (รูปที่ 12)**

**ก. ทิศทางการไหลของน้ำมันเครื่อง**



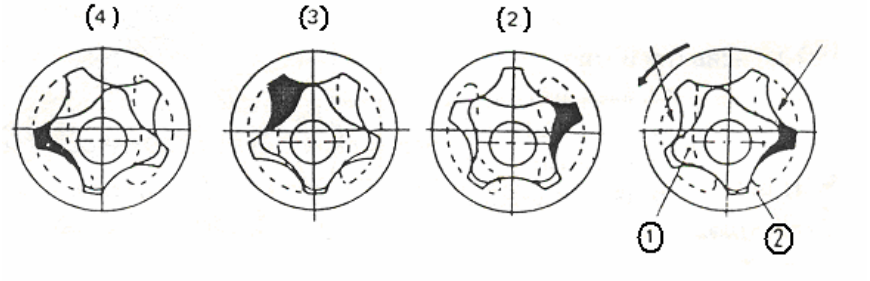

1. เกจดูแรงดันน้ำมันเครื่อง
2. กระเดื่องกดลิ้น
3. เพลากระเดื่องกดลิ้น
4. ลิ้นควบคุมแรงดัน
5. ปั๊มน้ำมันเครื่อง
6. ไส้กรองน้ำมันเครื่อง
7. เพลาข้อเหวี่ยง
8. วงแหวนรูน้ำมัน
9. สลักลูกสูบ

รูปที่ 12 แสดงทิศทางการไหลของน้ำมันเครื่อง

เครื่องยนต์ดีเซลคูโบต้ามีระบบหล่อลื่น (รูปที่12) เป็นปั๊มแบบโรตารี่ (รูปที่12) น้ำมันเครื่องที่จะส่งไปหล่อลื่นจะต้องผ่านไส้กรอง (6) โดยอาศัยแรงดูดจากปั๊ม (5) ทั้งปั๊มและไส้กรองน้ำมันเครื่องนี้ จะอยู่ด้านข้างของฝาครอบเกียร์ น้ำมันเครื่องจะถูกควบคุมแรงดันด้วยลิ้นควบคุมแรงดัน (4) ให้แรงดันอยู่ระหว่าง 2.0 –2.5 กก/ ตร.ซม. (ไม่ว่าเครื่องยนต์จะมีความเร็วรอบเท่าไร) น้ำมันเครื่องที่มีแรงดันบางส่วนก็จะผ่าน ลิ้นควบคุมแรงดัน (4) ผ่านเกจดูแรงดัน (1) เข้าไปหล่อลื่นกระเดื่องกดลิ้น (2) และเพลากระเดื่องกดลิ้น (3) ที่ฝาสูบและน้ำมันเครื่องบางส่วนก็จะไปหล่อลื่นแบริ่งก้านสูบที่เพลาข้อเหวี่ยง

ส่วนอื่น ๆ ของเครื่องยนต์ดังต่อไปนี้ เช่น ลูกสูบ ก้านสูบ บูช ส่วนที่รองรับเพลา ลูกกระทุ้งลิ้น เฟืองต่าง ๆ และลูกปืน จะถูกหล่อลื่นด้วยการวิดสาดมาจากเพลาข้อเหวี่ยงและจากเฟืองบางตัวที่แช่อยู่ในน้ำมันเครื่อง

**ข. ปั๊มน้ำมันหล่อลื่น (รูปที่ 13)**

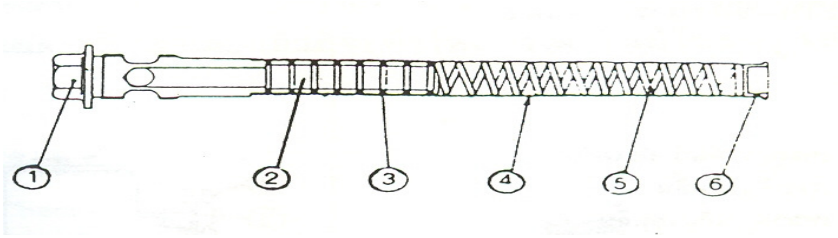



1. โรเตอร์ตัวใน 2. โรเตอร์ตัวนอก

รูปที่ 13 แสดงการทำงานปั๊มน้ำมันเครื่อง

ปั๊มน้ำมันเครื่อง (รูปที่ 13)ประกอบด้วยโรเตอร์ตัวใน (1) และโรเตอร์ตัวนอก (2) ทำหน้าที่ดูดและส่งน้ำมันเครื่องขึ้นไปหล่อเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ โรเตอร์ตัวในมี 4 ฟัน จะถูกขับโดยเพลาลูกเบี้ยว โรเตอร์ตัวในจะติดตั้งไว้เยื้องศูนย์กลางกับจุดศูนย์กลางของเรือนปั๊มโรเตอร์ 4 ฟัน สวมอยู่กับตัวเรือนปั๊ม เมื่อโรเตอร์ตัวในหมุนก็จะขับให้โรเตอร์ตัวนอกหมุนตามไปด้วย เมื่อโรเตอร์ หมุนก็จะเกิดสุญญากาศทางช่องน้ำมันเข้า (รูปที่ 13) น้ำมันเครื่องก็จะถูกดูดเข้ามาทางช่องน้ำมันระหว่าง โรเตอร์ทั้งสอง แล้วถูกส่งออกไปหล่อลื่นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์

**ค. ไส้กรองน้ำมันหล่อลื่น (รูปที่ 14)**



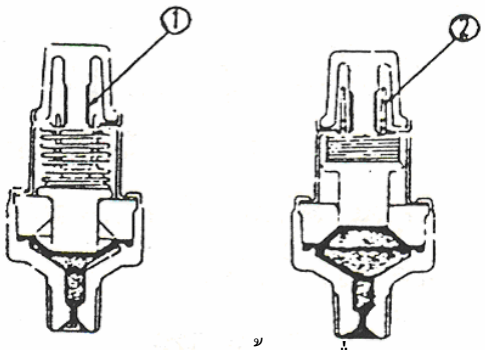

1. น๊อต
2. แผ่นกั้น
3. แม่เหล็ก
4. ตะแกรงกรองน้ำมันเครื่อง
5. สปริง
6. แผ่นปิดท้าย

รูปที่ 14 แสดงไส้กรองน้ำมันเครื่อง

เมื่อปั๊มดูดน้ำมันเครื่อง (รูปที่ 12) จากอ่างน้ำมันเครื่อง ไส้กรองน้ำมันเครื่องก็จะทำหน้าที่กรองน้ำมันเครื่องก่อน เพื่อป้องกันสิ่งสกปรกที่อยู่ในอ่างน้ำมันเครื่องเข้าไปตามท่อทางเดินน้ำมันเครื่อง เช่น เศษเหล็ก ผงหรือฝุ่นละออง เป็นต้น

ไส้กรองน้ำมันเครื่อง (รูปที่ 14) จะมีตะแกรงลวดพันอยู่รอบ ๆ ถึง 2 ชั้น และภายในตะแกรงลวดนี้จะมีแม่เหล็กและสปริง (5) อยู่ ตะแกรงกรองน้ำมันเครื่องจะกรองเศษเหล็ก และสิ่งสกปรกที่มากับน้ำมันเครื่องไว้ ส่วนแม่เหล็กดูดเศษเหล็กเล็ก ๆ ที่ผ่านตะแกรงลวดเข้าไปได้ไว้

**ง. เกจดูแรงดันน้ำมันหล่อลื่น (รูปที่ 15)**



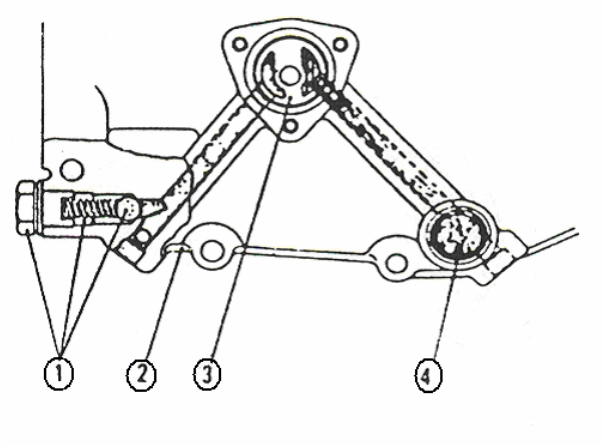

1. สีแดง
2. สีน้ำเงิน

รูปที่ 15 แสดงเกจดูแรงดันน้ำมันเครื่อง

เกจดูแรงดันน้ำมันเครื่อง (รูปที่ 15) นี้จะติดตั้งอยู่ที่เสื้อสูบจะเป็นสัญญาณเตือนให้เรารู้ว่าน้ำมันเครื่องมีแรงดันพอหรือไม่ ถ้าแรงดันต่ำหรือผิดปกติ (แรงดันต่ำกว่า 0.5 กก./ ตร.ซม.) สีแดงที่เกจดูแรงดันน้ำมันเครื่องจะโชว์อยู่ แต่ถ้าแรงดันน้ำมันเครื่องมากกว่า 0.5 กก/ ตร.ซม. สีน้ำเงินที่อยู่ตรงกลางของเกจดูแรงดันน้ำมันเครื่องจะถูกดันออกมา ถ้าแรงดันต่ำหรือผิดปกติให้รีบดับเครื่องทันที

**จ. ลิ้นควบคุมแรงดันน้ำมันเครื่อง (รูปที่ 16)**

1. ลิ้นควบคุมแรงดัน
2. ฝาครอบเกียร์
3. ปั๊มน้ำมันเครื่อง
4. ไส้กรองน้ำมันเครื่อง



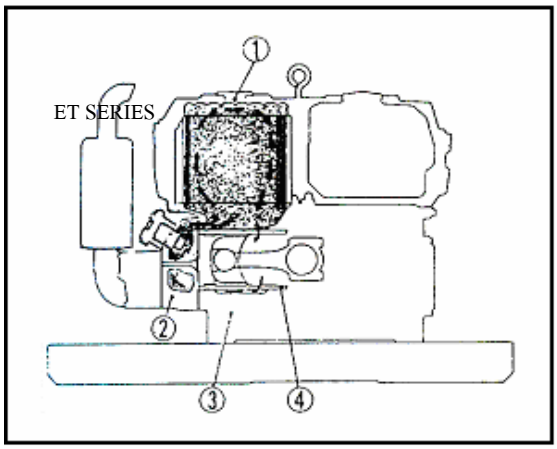

รูปที่ 16 แสดงลิ้นควบคุมแรงดันน้ำมันหล่อลื่น

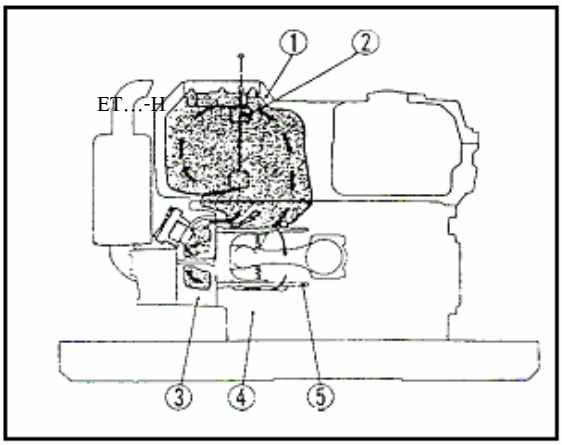
ลิ้นควบคุมแรงดันน้ำมันเครื่อง (รูปที่ 16) จะเป็นตัวควบคุมแรงดันน้ำมันเครื่องที่ไปหล่อเลี้ยงส่วน ต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ให้คงที่อยู่เสมอ อยู่ระหว่าง 2.0 - 2.5 กก./ตร.ซม.

ลิ้นควบคุมแรงดันน้ำมันเครื่อง (รูปที่ 16) ประกอบด้วย ลูกปืน สปริง และน๊อต ลิ้นควบคุมแรงดันนี้จะอยู่ทางด้านล่างของฝาครอบเกียร์ (2) ถ้าน้ำมันเครื่องมีแรงดันเกินกว่าที่กำหนดไว้ น้ำมันเครื่องก็จะดันลูกปืนให้ถอยกลับโดยใช้แรงดันของสปริงแล้วน้ำมันเครื่องก็ไหลเข้าไปยังอ่างน้ำมันเครื่อง ถ้าแรงดันน้ำมันเครื่องต่ำลูกปืนก็จะปิด

**2.2.11 ระบบระบายความร้อน (รูปที่ 17 และรูปที่ 18)**

**ก. การทำงานของหม้อน้ำแบบ รังผึ้ง และแบบหม้อน้ำธรรมดา**




1. หม้อน้ำรังผึ้ง
2. ฝาสูบ
3. เสื้อสูบ
4. กระบอกสูบ

รูปที่ 17 แสดงการทำงานของหม้อน้ำแบบรังผึ้ง

1. อ่างน้ำ
2. ลูกลอย
3. ฝาสูบ
4. เสื้อสูบ
5. กระบอกสูบ

รูปที่ 18 แสดงหม้อน้ำแบบธรรมดา

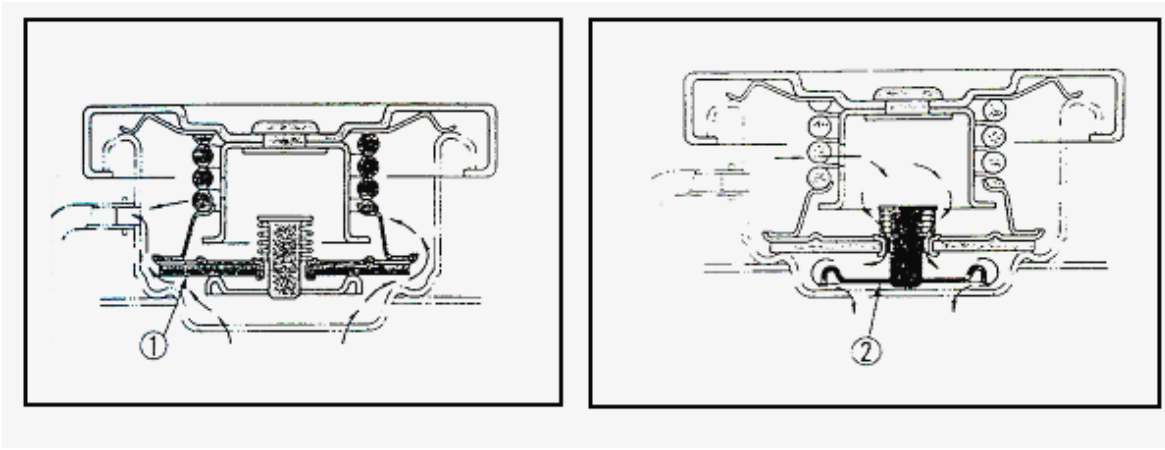
ระบบหล่อเย็นของเครื่องยนต์คูโบต้ามีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ แบบหม้อน้ำรังผึ้ง (รูปที่17) และแบบหม้อน้ำธรรมดา (อ่างน้ำ) (รูปที่18)

**- แบบหม้อน้ำรังผึ้ง** (รูปที่17) เป็นระบบหล่อเย็น สำหรับเครื่องยนต์รุ่น ET : ER โดยจะมีชุดพัดลมเป็นตัวดูดอากาศผ่านหม้อน้ำรังผึ้งแล้วก็พาเอาความร้อนออกไป น้ำที่ถูกพัดลมดูดเอาความร้อนออกไปแล้ว น้ำก็จะเย็นลง แล้วไหลลงมาทางด้านล่างเอง โดยธรรมชาติ ส่วนความร้อนที่เกิดขึ้นจากกาเผาไหม้ภายในกระบอกสูบ ฝาสูบ และความร้อนที่เกิดจากการเสียดสีของชิ้นส่วนก็จะทำให้น้ำร้อนขึ้นอีก น้ำร้อนก็จะลอยขึ้นไปด้านบน แล้วถูกทำให้เย็นลงอีก การระบายความร้อนของเครื่องยนต์แบบนี้ อาศัยการหมุนวนของน้ำโดยธรรมชาติ

**- แบบหม้อน้ำธรรมดา** (รูปที่18) เป็นระบบหล่อเย็น สำหรับเครื่องยนต์รุ่น KND และ ET ที่ลงท้ายด้วย H เช่น ET70H แบบนี้อาศัยการหมุนวนของน้ำโดยธรรมชาติ เหมือนกับแบบหม้อน้ำรังผึ้ง ซึ่งกล่าวมาแล้ว แต่แบบอ่างน้ำนี้ต่างกับแบบรังผึ้งตรงที่ น้ำที่อยู่ภายในอ่างน้ำ จะมีอุณหภูมิ

สูงมากจนกลายเป็นไอ และมีลูกลอย (2) จะเป็นตัวแจ้งให้ทราบว่า น้ำภายในอ่างน้ำมีปริมาณมากน้อยเท่าไร ถ้าน้ำภายในอ่างน้ำ กลายเป็นไอน้ำก็จะลดลงลูกลอยก็จะต่ำลง

**ข. ฝาหม้อน้ำ (รูปที่19)**




1. ลิ้นควบคุมแรงดัน 2. ลิ้นควบคุมสุญญากาศ

รูปที่ 19 แสดงการทำงานของฝาหม้อน้ำ

ฝาหม้อน้ำ (รูปที่19) ประกอบด้วย ลิ้นควบคุมแรงดัน (1) ลิ้นควบคุมสุญญากาศ (2) สปริง และประเก็นเป็นต้น ลิ้นควบคุมแรงดัน และลิ้นควบคุมสุญญากาศ ของฝาหม้อน้ำจะอยู่ติดกัน เพื่อที่จะควบคุมแรงดันในหม้อน้ำ

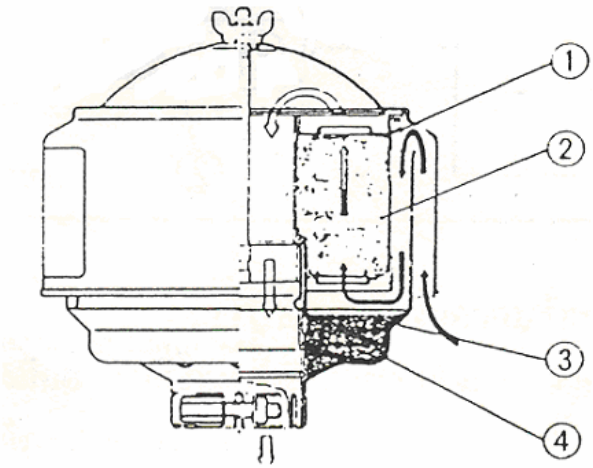
**2.2.12 ระบบไอดี และไอเสีย**

ระบบไอดีและไอเสียประกอบด้วยชุดไอดี และชุดไอเสีย ชุดไอดีจะเป็นตัวทำให้อากาศที่เข้าในกระบอกสูบนั้นสะอาดส่วนชุดไอเสียจะเป็นตัวช่วยลดเสียงดังของไอเสีย เพื่อที่จะไม่ให้เกิดความรำคาญในการทำงาน

ชุดไอดีประกอบด้วย หม้อกรองอากาศ (รูปที่20) และท่อไอดี หม้อกรองอากาศมีไว้เพื่อป้องกันละอองน้ำ สิ่งสกปรกและฝุ่นละอองที่ปนอยู่กับอากาศเข้าไปในกระบอกสูบส่วนท่อไอดีจะเป็นช่องทางสำหรับให้อากาศที่ผ่านกรองแล้วเข้าไปในกระบอกสูบ

ชุดไอเสียประกอบด้วย ท่อไอเสีย (รูปที่21) และชุดเก็บเสียง ท่อไอเสียเป็นท่อให้ไอเสียออกจากกระบอกสูบ และไอเสียก็จะไหลเข้าไปในชุดเก็บเสียง ซึ่งต่ออยู่กับท่อไอเสียเป็นชุดเดียวกัน ซึ่งชุดเก็บเสียงนี้จะช่วยลดเสียงดังเสียง

**ก. หม้อกรองอากาศ**

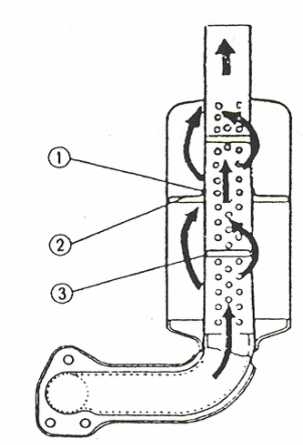



1. ไส้กรองอากาศ
2. ใยเส้นลวด
3. น้ำมัน
4. ถ้วยกรองอากาศ

รูปที่ 20 แสดงหม้อกรองอากาศ

เครื่องยนต์คูโบต้ารุ่น KND, ET และ ER ใช้หม้อกรองอากาศแบบเปียก (รูปที่20) คือ ภายในหม้อกรองอากาศจะมีน้ำมันเครื่องอยู่ที่ถ้วยกรองอากาศ และที่ถ้วยกรองอากาศนี้จะมีไส้กรองอากาศ ซึ่งทำด้วยใยเส้นลวด เพื่อป้องกันผงหรือฝุ่นละออง ผงหรือฝุ่นละอองเกือบทั้งหมดที่ผ่านเข้ามาในหม้อกรองอากาศจะมาติดอยู่ที่น้ำมันเครื่อง (3) ในถ้วยกรองอากาศ (4) ผงหรือฝุ่นละอองที่เหลือ ก็จะไปติดอยู่ที่ไส้กรองอากาศ (2) เป็นชั้นสุดท้ายแล้วอากาศที่สะอาดก็เข้าไปในกระบอกสูบ

**ข. ท่อเก็บเสียง (รูปที่21)**



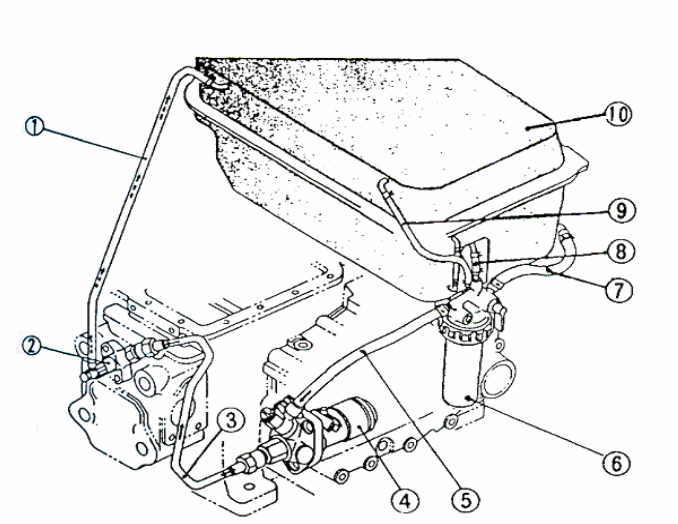

1. ท่อชั้นใน
2. แผ่นกั้น
3. ตัวท่อ

รูปที่ 21 แสดงท่อเก็บเสียง

ท่อเก็บเสียง (รูปที่21) ประกอบด้วย ท่อชั้นในเจาะรู (1) แผ่นกั้น (2) และตัวท่อ (3) ท่อชั้นในและแผ่นกั้นนี้จะเป็นตัวช่วยลดเสียงดังของไอเสีย

**2.2.13 ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง (รูปที่ 22)**

**ก. ทิศทางการไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง**



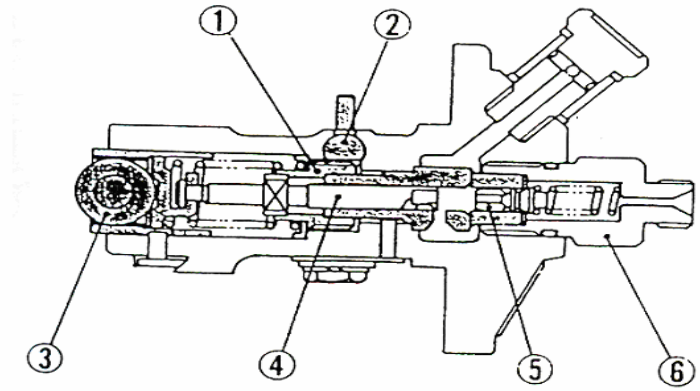

1. ท่อน้ำมันไหลกลับถัง
2. หัวฉีด
3. ท่อน้ำมันแรงดันสูง
4. ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง
5. ท่อน้ำมันจากกรองเข้าปั๊ม
6. กรองน้ำมันเชื้อเพลิง
7. ท่อน้ำมันจากถังเข้ากรอง
8. ท่อไล่ลมตัวที่ 1
9. ท่อไล่ลมตัวที่ 2
10. ถังน้ำมันเชื้อเพลิง

รูปที่ 22 แสดงระบบน้ำมันเชื้อเพลิง

ระบบน้ำมันเชื้อเพลิง (รูปที่ 22) ของเครื่องยนต์ดีเซลคูโบต้าเริ่มต้นจากถังน้ำมันเชื้อเพลิง (10) ไหลผ่านกรองน้ำมันเชื้อเพลิง (6) เข้าไปยังปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง (4) ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงก็จะอัดน้ำแรงดันสูงแบ่งปริมาณน้ำมันให้มากหรือน้อยไปยังหัวฉีด (2) และน้ำมันส่วนที่เหลือจากการฉีดก็จะไหลไปตามท่อ (1) ไหลกลับถัง ก่อนที่น้ำมันเชื้อเพลิงจะเข้าไปยังปั๊มต้องผ่านกรองก่อนเพื่อที่จะเอาสิ่งสกปรกที่ปนมากับน้ำมันออกเช่น น้ำ ผง หรือ ฝุ่นละออง เป็นต้น

แรงดันน้ำมันจากปั๊มที่จะไปยกเข็มหัวฉีดและฉีดเข้าไปยังห้องเผาไหม้มีแรงดัน 120 กก./ตร.ซม. และน้ำมันส่วนที่เหลือจากการฉีดก็จะมาหล่อลื่นเข็มหัวฉีดแล้วไหลกลับถังโดยผ่านท่อน้ำมันไหลกลับถัง (1)

**ข. ปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง (รูปที่ 23 )**

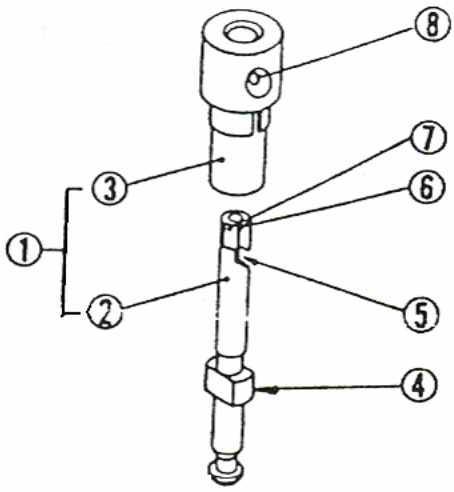



1. ปลอกบังคับลูกปั๊ม
2. เฟืองฟันหวี
3. ชุดลูกถ้วย
4. ลูกปั๊ม
5. ลิ้นส่ง
6. น๊อตยึดลิ้นส่ง

รูปที่ 23 แสดงปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

เครื่องยนต์ดีเซลคูโบต้าใช้ปั๊มเป็นแบบปั๊มบ๊อช (รูปที่ 23 ) ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และแข็งแรงเมื่อเพลาลูกเบี้ยวหมุนลูกเบี้ยวก็จะไปเตะชุดลูกถ้วย (3) ชุดลูกถ้วยก็จะไปดันให้ลูกปั๊มเลื่อนขึ้น ลูกปั๊มก็จะไปดันน้ำมันให้ไหลผ่านลิ้นส่ง (5) ไปยังหัวฉีด

**ค. ชุดลูกปั๊ม (รูปที่ 24)**



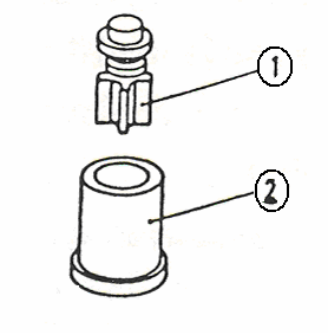

1. ส่วนประกอบของชุดลูกปั๊ม
2. ลูกปั๊ม
3 .กระบอกปั๊ม
4. หน้าแปลนสวมเฟืองปลอกบังคับลูกปั๊ม
5.ร่องควบคุมน้ำมัน
6.ร่องจ่ายน้ำมันในระยะแรก
7.รอยบากดับเครื่อง
8.รูน้ำมันเข้าออก

รูปที่ 24 แสดงชุดลูกปั๊ม

ชุดลูกปั๊ม (รูปที่ 24) ประกอบไปด้วย ลูกปั๊ม (2) และกระบอกปั๊ม (3) ลูกปั๊มจะเลื่อนไปมาอยู่ในกระบอกปั๊ม ดังนั้นลูกปั๊มและกระบอกปั๊มจะต้องทำให้พอดีกันเป็นพิเศษ ถ้าความเร็วต่ำสุดของลูกปั๊มแรงดันของปั๊มต้องไม่ต่ำกว่า 140 กก./ตร.ซม. แกนสวมเฟืองปลอกบังคับลูกปั๊ม (4) ต้องพอดีกันกับปลอกบังคับลูกปั๊ม เมื่อเลื่อนเฟืองฟันหวี ลูกปั๊มก็จะหมุนไปยังตำแหน่ง จ่ายน้ำมันมากหรือน้อยได้

นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้ว ที่ลูกปั๊มยังทำรอยบากดับเครื่อง (7) ร่องจ่ายน้ำมันในระยะแรก (6) และร่องควบคุมน้ำมัน (5) เป็นร่องเวียนซ้ายมือ

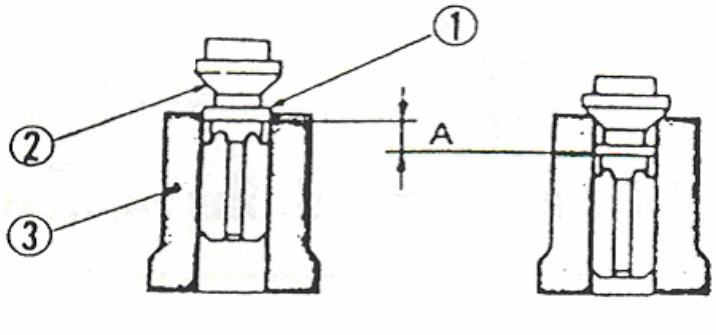
**ง. ลิ้นส่ง (รูปที่ 25)**




1. ลิ้นส่ง
2. เรือนลิ้นส่ง

รูปที่ 25 แสดงชุดลิ้นส่ง

ลิ้นส่ง (รูปที่ 25) ประกอบด้วย ลิ้นส่ง (1) และเรือนลิ้นส่ง (2)



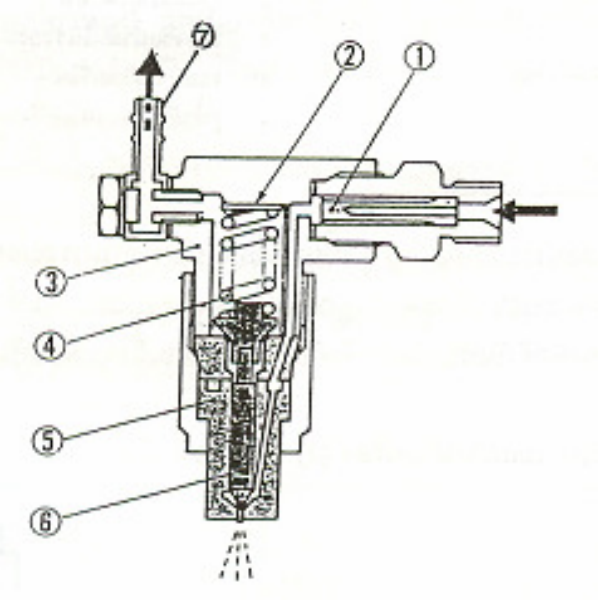

1. ขอบลิ้นส่ง
2. หน้าลิ้นส่ง
3. เรือนลิ้นส่ง

รูปที่ 26 แสดงการเปิดและปิดลิ้นส่ง

เมื่อลูกปั๊ม (รูปที่ 26) อัดน้ำมันเกิดแรงดันสูง ชนะแรงดันสปริงลิ้นส่ง ลิ้นส่งก็จะเลื่อนขึ้นจนกระทั่งขอบลิ้นส่ง (1) พ้นจากเรือนลิ้นส่ง (3) น้ำมันก็จะส่งไปยังหัวฉีด เมื่อลูกปั๊มเลื่อนลง ลิ้น

ส่งก็จะปิดขอบของลิ้นส่ง (1) ด้วยแรงดันของสปริงก็จะสัมผัสกับตัวเรือนลิ้นส่ง (3) ก่อน เป็นการตัดน้ำมันอย่างรวดเร็ว และลิ้นส่งก็จะเลื่อนลงมาจนกระทั่งหน้าลิ้นส่ง (2) นั่งอยู่กับตัวเรือนลิ้นส่ง (3) น้ำมันก็ไม่สามารถไหลกลับเข้าไปได้ และเป็นการป้องกันการรั่วซึมของลิ้นส่งได้เป็นอย่างดี ระยะการปิดและเปิดของลิ้นส่ง คือ ระยะ A (ดังรูปที่ 26)

**จ. หัวฉีด (รูปที่ 27)**



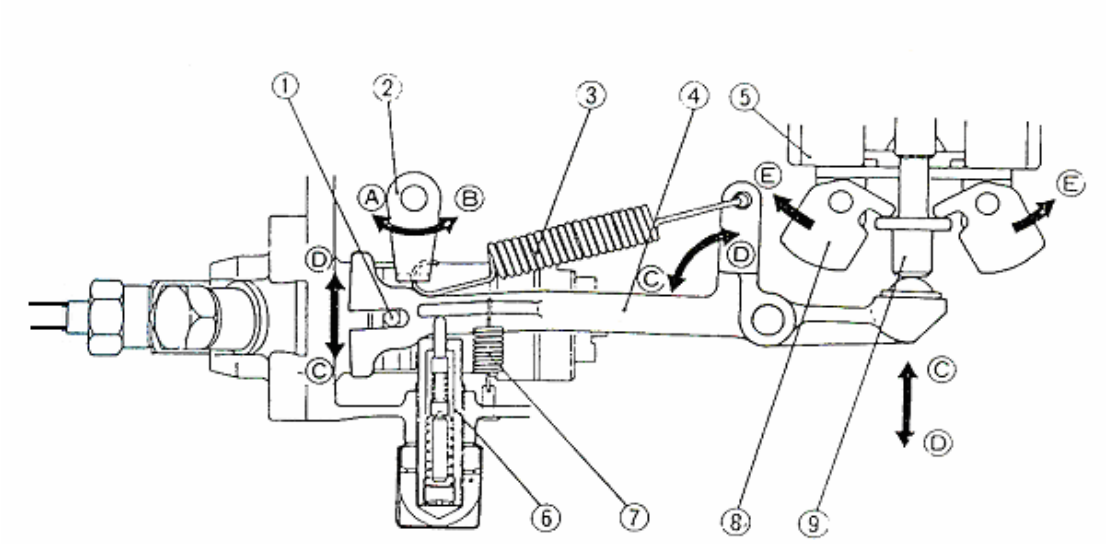

1. ตัวกรองน้ำมันให้เข้าสม่ำเสมอ
2. แผ่นซึม
3. เรือนหัวฉีด
4. สปริง
5. กระบอกเข็มหัวฉีด
6. เข็มหัวฉีด
7. ท่อน้ำมันไหลกลับถัง

รูปที่ 27 แสดงชิ้นส่วนของหัวฉีด

หัวฉีด (รูปที่ 27) น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นลิ้นหรืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับกระจาย (atomizing or cracking) น้ำมันเชื้อเพลิงให้แตกออกเป็นฝอยละอองเล็ก ๆ และฉีดผ่านเข้าไปเผาไหม้ในกระบอกสูบของเครื่องยนต์

เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงจากปั๊มเข้ามายังกระบอกเข็มหัวฉีด (5) โดยผ่านตัวกรองน้ำมัน (1) ซึ่งเป็นตัวที่จะทำให้น้ำมันไหลเข้าไปได้อย่างสม่ำเสมอ เมื่อน้ำมันที่อยู่ในกระบอกเข็มหัวฉีดมีแรงดันเกินกว่า 120 กก./ตร.ซม. แรงดันของนำมันเชื้อเพลิง ก็จะทำให้เข็มหัวฉีด (6) ถูกยกขึ้นโดยชนะแรงดันของสปริง (4) น้ำมันก็จะฉีดออกจากปลายหัวฉีด และน้ำมันเชื้อเพลิงบางส่วนก็จะไปหล่อลื่น ระหว่าง เข็มหัวฉีดและกระบอกเข็มหัวฉีด แล้วไหลกลับถังโดยผ่านท่อน้ำมันไหลกลับ

**ฉ. กาวานา (รูปที่ 28)**

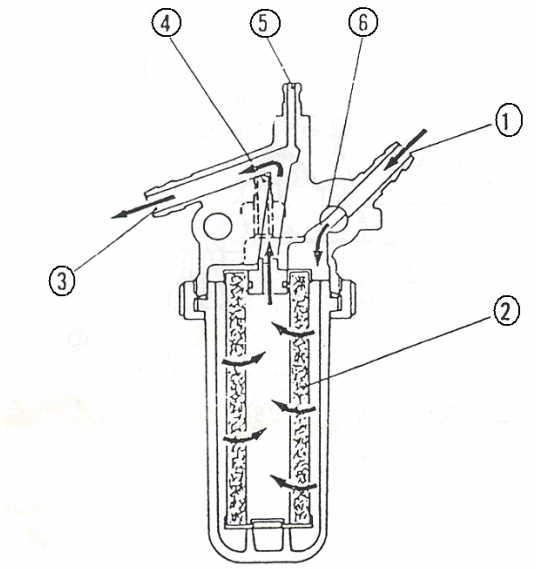



1. เฟืองฟันหวี
2. คันเร่ง
3. สปริงกาวานา
4. แขนกาวานา
5. เฟืองเพลาข้อเหวี่ยง
6. ตัวควบคุมน้ำมัน
7. สปริง
8. ลูกตั้มถ่วงกาวานา
9. แกนกาวนา

รูปที่ 28 แสดงชิ้นส่วนของกาวานา

กาวานา (รูปที่ 28) เป็นอุปกรณ์ควบคุมความเร็วของเครื่องยนต์ กาวานาแบบนี้เป็นกาวานาแบบใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์เป็นตัวควบคุมความเร็วของเครื่องยนต์ ตั้งแต่ รอบเดินเบาจนถึงรอบสูงสุด

**ช. กรองน้ำมันเชื้อเพลิง (รูปที่ 29)**




1. ช่องน้ำมันเข้า
2. ไส้กรอง
3. ช่องน้ำมันออก
4. ท่อไล่ลม 1
5. ท่อไล่ลม 2
6. ก๊อกน้ำมัน

รูปที่ 29 แสดงอุปกรณ์ของกรองน้ำมันเชื้อเพลิง

ปั๊มและหัวฉีดเป็นชิ้นส่วนที่สำคัญของเครื่องยนต์ เมื่อทำงานแล้วชิ้นส่วนของปั๊มและหัวฉีดต้องเคลื่อนที่ ดังนั้นชิ้นส่วนของปั๊มและหัวฉีดต้องทำให้พอดีกัน และมีช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่นี้น้อย ระหว่างทั้งสองนี้จะมีน้ำมันดีเซลเป็นตัวหล่อลื่น ในขณะที่ทำงาน ต้องไม่มีน้ำและสิ่งสกปรกปนมากับน้ำมันดังนั้น ก่อนที่น้ำมันดีเซลจะเข้าไปยังปั๊มและหัวฉีด ต้องผ่านกรองน้ำมันดีเซล (รูปที่ 29) ก่อน ไส้กรองน้ำมันดีเซลนี้ใช้กระดาษชนิดพิเศษเป็นตัวกรองสิ่งสกปรกที่มากับน้ำมัน

เมื่อน้ำมันดีเซลจากถัง (รูปที่ 22) เข้าไปยังชุดกรอง (รูปที่ 29) ทางช่องน้ำมันเข้า (1) และไหลออกจากชุดกรองทางช่องทางออก (3) อากาศที่อยู่ตามท่อทางเดินน้ำมันและชุดกรองก็จะถูกดันออกไปทางช่องไล่ลม (4) และ (5) เองโดยอัตโนมัติ

## 2.4 น้ำมันดีเซล

น้ำมันดีเซล (diesel fuel) เป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งที่ได้จากการกลั่นน้ำมันดิบ แต่จะมีช่วงจุดเดือดและความข้นใสสูงกว่าน้ำมันเบนซิน เนื่องจากเครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์ที่มีมูลฐานการทำงานแตกต่างจากเครื่องยนต์เบนซิน การจุดระเบิดของเครื่องยนต์ดีเซลใช้ความร้อนที่เกิดจากการอัดอากาศจำนวนมากภายในกระบอกสูบ แล้วฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปเพื่อทำการเผาไหม้ ไม่ใช่เป็นการจุดระเบิดจากหัวเทียนเหมือนในเครื่องยนต์เบนซิน เครื่องยนต์ดีเซลในสมัยแรก ๆ นั้นมีขนาดใหญ่โตมาก เพราะต้องการให้ทนกับความร้อนและแรงอัดสูง ๆ ได้ เครื่องยนต์ดีเซลสมัยก่อนนำไปใช้เป็นเครื่องต้นกำลัง เช่น ใช้เป็นต้นกำลังในการผลิตกระแสไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรม และใช้ในเรือขนาดใหญ่ ต่อมาได้มีการพัฒนาสร้างเครื่องยนต์ให้มีขนาดเล็กลงแต่มีประสิทธิภาพสูง เช่น ใช้เป็นเครื่องต้นกำลังของเครื่องมือและอุปกรณ์หลายชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น รถไฟ รถบรรทุก รถแทรกเตอร์ เรือประมง เป็นต้น ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันดีเซลให้เหมาะสมกับเครื่องยนต์ที่ใช้กับงานนั้น ๆ

**2.4.1. ชนิดของน้ำมันดีเซล** ดังได้กล่าวมาแล้วว่าเครื่องยนต์ดีเซลสามารถนำไปใช้งานได้หลายด้าน จึงมีการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันดีเซลแต่ละชนิดให้เหมาะสมกับการใช้งานจริง ๆ สำหรับในบางประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ก็ได้แบ่งชนิดของน้ำมันดีเซลไว้หลายชนิด และก็มีหลายสถาบันที่ทำงานเกี่ยวข้องกับด้านเชื้อเพลิงหรืองานด้านอุตสาหกรรมได้กำหนดชนิดของน้ำมันดีเซลไว้หลายชนิด เช่น ASTM USBM

สำหรับน้ำมันดีเซลที่ใช้อยู่ในประเทศไทยมีอยู่ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

ก. น้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องรอบเร็ว (automotive diesel oil)

ข. น้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องรอบช้า (industrial diesel oil)

น้ำมันดีเซลที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีหลายบริษัท เช่น ปตท. เอสโซ่ เชลล์ ฯลฯ ตัวอย่างน้ำมันที่เป็นของ ปตท. ได้แก่ high speed diesel, diesel fuel 49, special diesel fuel oil น้ำมันที่เป็นของเอสโซ่ได้แก่ เอสโซ่ดีเซลหรือเอสโซ่เอดีโอ (Esso diesel หรือ Esso automotive diesel oil; ADO หรือที่เรียกว่าดีเซล สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลรอบเร็ว ซึ่งส่วนมากใช้กับยานยนต์ เรือขนาดเล็ก เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กและอุปกรณ์ก่อสร้างหรือจะใช้เผาไหม้ให้ความร้อนในงาอุตสาหกรรม หรือใช้ต้มน้ำร้อนในโรงแรมก็ได้ น้ำมันดีเซลมีสีเหลืองอ่อนในตัวเองโดยธรรมชาติ แสตนดีเซล หรือ IDO (Stan diesel หรือ Esso industrial diesel oil; IDO) บางครั้งเรียกว่า น้ำมันขี้โล้ สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลรอบช้าและปานกลางซึ่งนิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมและเรือขนาดใหญ่

**2.4.2 คุณสมบัติที่สำคัญของน้ำมันดีเซล** คุณสมบัติที่สำคัญที่ควรคำนึงถึงของน้ำมันดีเซล มีดังนี้ คือ

**ก. การติดไฟ** (ignition quality) คุณสมบัติในการติดไฟของน้ำมันดีเซล จะแสดงถึงความสามารถในการติดเครื่องยนต์ได้เร็วเมื่อเครื่องยนต์มีอุณหภูมิต่ำ การป้องกันการน็อกในเครื่องยนต์ระหว่างการเผาไหม้เชื้อเพลิงภายในกระบอกสูบ การเผาไหม้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพการเผาไหม้สูง คุณสมบัติต่าง ๆ เหล่านี้ อาจแสดงออกมาเป็นค่าดัชนีซีเทนหรือค่าจากซีเทนนัมเบอร์ (cetane number)

**ข. ความสะอาด** (cleanliness) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญ น้ำมันดีเซลจะต้องมีความสะอาดทั้งก่อนและหลังการเผาไหม้ เช่น จะต้องมีตะกอน น้ำ กากถ่าน หรือเขม่าน้อยที่สุดเพื่อให้เหมาะสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลเนื่องจากระบบเครื่องยนต์ดีเซลจะต้องใช้ปั๊มและหัวฉีด

**ค. การกระจายเป็นฝอย** (fluidity-atomization) คุณสมบัติอันนี้อยู่ที่ความหนืดหรือความข้นใสของน้ำมันดีเซล ความหนืดที่พอเหมาะจะทำให้การกระจายเป็นฝอยได้ดี ในขณะที่หัวฉีดได้ฉีดน้ำมันในช่วงเริ่มการเผาไหม้ และความหนืดของน้ำมันดีเซลมีผลต่อระบบปั๊มของน้ำมันเชื้อเพลิงด้วย เพราะน้ำมันจะทำหน้าที่หล่อลื่นลูกสูบปั๊ม (plunger) ไปในตัวด้วย

**ง. การระเหยตัว** (volatility) ความสามารถในการระเหยตัวของน้ำมันจะมีผลต่อจุดเดือด (boiling point) จุดวาบไฟ (flash point) และจุดติดไฟ (fire point) ของน้ำมันดีเซลด้วย ช่วงจุดเดือดของน้ำมันดีเซลทั่วไปมีค่าประมาณ 280-725 องศาฟาเรนไฮต์ (138-385 องศาเซลเซียส)

**จ. ตัวเลขซีเทน** (cetane number) จะแสดงค่าออกมาเป็นตัวเลขหรือที่เรียกว่าซีเทนนัมเบอร์ ซีเทนนัมเบอร์หรือดัชนีซีเทนคือ ค่าที่ใช้วัดคุณภาพของน้ำมันดีเซลในด้านของคุณสมบัติในการติดไฟ ค่าซีเทนนัมเบอร์ควรให้สูงพอกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ ซึ่งจะทำให้การติดเครื่องยนต์ง่าย ไม่เกิดการน็อกในเครื่องยนต์ และเป็นการประหยัดการใช้เชื้อเพลิงด้วย

น้ำมันเชื้อเพลิงที่ฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซลนั้น ต้องใช้เวลาเล็กน้อยในการระเหยและผสมกับอากาศในห้องเผาไหม้ก่อนเกิดการลุกไหม้ด้วยตัวเอง ช่วงเวลานี้เรียกว่า ignition delay ทำให้ในช่วงนี้มีการสะสมของน้ำมันเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ เมื่อเกิดการลุกไหม้จึงมีการเผาไหม้อย่างรุนแรง ทำให้การเผาไหม้ไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงต้องหาวิธีลดช่วง ignition delay ให้เหลือน้อยที่สุด ซึ่งกระทำได้โดยการเลือกความดันของหัวฉีดและการออกแบบห้องเผาไหม้ที่เหมาะสม ให้สิ่งสำคัญคือคุณภาพของน้ำมันดีเซล

**2.4.3 กากคาร์บอนหรือกากถ่านในน้ำมันดีเซล** มาตรฐานของน้ำมันดีเซลหมุนเร็วจะมีข้อจำกัดทางด้านกากถ่าน จึงอาจใช้วิธีการทดสอบแบบของคอนรัดสัน (conrad son carbon residue test) หรือแบบของแรมส์บอตตอม (rams bottom carbon residue test) โดยปกติจะคิดว่าถ้าใน

น้ำมันมีกากคาร์บอนสูง เป็นสิ่งไม่ดี แต่เท่าที่พบยังไม่มีหลักฐานที่จะแสดงความเกี่ยวพันระหว่างกากคาร์บอนของน้ำมันดีเซลหมุนเร็วและสิ่งสกปรกที่หัวฉีดน้ำมันเชื้อเพลิงแต่อย่างใด แท้จริงแล้วชนิดของคาร์บอนที่เกิดขึ้นจะมีความสำคัญเท่า ๆ กับปริมาณของคาร์บอนที่เกิดขึ้น

**2.4.4 จุดวาบไฟ** คืออุณหภูมิที่น้ำมันได้รับความร้อนจนกลายเป็นไอ และเมื่อไอนี้ถูกเปลวไฟจะลุกวาบไฟคือ การหาจุดวาบไฟหาได้จากเครื่องมือ COC (cleveland open cup apparatus) หรือ PMCC, PM (pensky-martens closed cup apparatus) จุบวาบไฟของน้ำมันดีเซล คืออุณหภูมิที่น้ำมันดีเซลจะต้องถูกทำให้ร้อน เพื่อให้เกิดส่วนผสมของไอน้ำมันกับอากาศที่จะจุดติดไฟได้เหนือผิวหน้าของน้ำมันเมื่อมีเปลวไฟเป็นตัวล่อ ในทางปฏิบัติจุดวาบไฟมีความสำคัญในด้านอันตรายจากอัคคีภัยในการเก็บรักษาและใช้งานเท่านั้นไม่มีความสำคัญโดยตรงต่อการเผาไหม้และประสิทธิภาพของเครื่องยนต์

**2.4.5. จุดเริ่มไหล** คืออุณหภูมิต่ำสุดที่น้ำมันยังเป็นของเหลวพอที่จะไหลได้เมื่อได้รับความเย็น วิธีการหาจุดเริ่มไหลของน้ำมัน ทำได้โดยนำน้ำมันใส่หลอดแก้วแล้วแช่เย็นจนไม่ไหลเมื่อถือหลอดตามแนวนอนนาน 5 วินาที จุดเริ่มไหลคืออุณหภูมิ 5 องศาฟาเรนไฮต์ เหนืออุณหภูมินี้ ถ้าเป็นองศาเซลเซียสใช้เวลา 3 วินาที จุดเริ่มไหลคืออุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียสเหนืออุณหภูมินี้ ความสำคัญคือ สำหรับในการใช้น้ำมันในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำมาก เช่น ห้องเย็น หรือโรงน้ำแข็ง หรือในฤดูหนาว จะต้องใช้น้ำมันที่มีจุดเริ่มไหลต่ำกว่าอุณหภูมินั้น ที่อุณหภูมิต่ำ องค์ประกอบที่เป็นพวกพาราฟินของน้ำมันดีเซลหมุนเร็วอาจจะแยกตัวออกเป็นไข ทำให้อุดตันทางเดินและหม้อกรองของน้ำมันดีเซล ทำให้เครื่องยนต์ทำงานผิดปกติ ซึ่งอุณหภูมิที่จุดนี้จะมีค่าเท่าใดขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำมันดิบที่นำมากลั่นเป็นน้ำมันดีเซล และอุณหภูมิช่วงการกลั่นของน้ำมันนั้น

**2.4.6. เถ้า** คือสารอนินทรีย์ (inorganic matter) ที่เหลืออยู่หลังจากการเผาไหม้ผลิตภัณฑ์น้ำมันวิธีหาเถ้าของน้ำมัน ทำได้โดยเผาตัวอย่างน้ำมันในถ้วยทดลองด้วยเปลวไฟจนหมด แล้วเอาไปเผาต่อในเตาหลอม (muffle furnace) ด้วยอุณหภูมิสูง

ความสำคัญ น้ำมันที่ได้รับการกลั่นอย่างดีแทบจะไม่มีเถ้าอยู่เลย เว้นแต่จะมีการเติมสารเพิ่มคุณภาพที่มีส่วนผสมของโลหะลงไป หรือมีสิ่งสกปรกอื่น ๆ ปนอยู่ เช่น ฝุ่น สนิม ฯลฯ น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีเถ้ามากอาจทำให้เกิดการสึกหรอในส่วนต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ เช่น น้ำมันดีเซลหมุนเร็วของ ปตท. และเอสโซ่ได้กำหนดปริมาณเถ้าไม่เกิน 0.01 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก หรือน้ำมันดีเซลหมุนช้าของ ปตท. และของเอสโซ่ได้กำหนดปริมาณเถ้าไม่เกิน 0.02 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก

เถ้าในน้ำมันดีเซลอาจจะอยู่ในรูปของแข็งหรือ metallic soap ที่ละลายได้ในน้ำมันในระบบหัวฉีดเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ดีเซลมีความละเอียดมาก ดังนั้นสารที่สามารถขูดขีดโลหะได้จึงเป็น

อันตรายมาก ยิ่งไปกว่านั้นสารเหล่านี้ยังทำให้เกิดการสึกหรอในเครื่องยนต์ เพราะทำให้เกิดตะกอนและสิ่งสกปรกมากขึ้น

**2.4.7. ความถ่วงจำเพาะ** คืออัตราความหนาแน่นของสารต่อความหนาแน่นของน้ำบริสุทธิ์ที่มีปริมาตรเท่ากันและที่อุณหภูมิเดียวกัน สถาบันปิโตรเลียมแห่งสหรัฐอเมริกา (American petroleum institute) ได้ตั้งมาตราความถ่วง API ขึ้นเพื่อใช้วัดคุณภาพของน้ำมัน โดยเทียบกับความถ่วงจำเพาะ ดังในสมการ

$$\text{API} = \frac{141.5}{\text{ความถ่วงจำเพาะ } 60/60\ ^{\circ}\text{F}} - 131.5$$

หน่วยของความถ่วง API ละเอียดกว่าความถ่วงจำเพาะ จึงอ่านได้สะดวกกว่า และไม่ต้องอ่านตัวเลขหลังจุดทศนิยมหลายตำแหน่ง วิธีทดลองทำได้โดยหย่อนไฮโดรมิเตอร์ลงในกระบอกแก้วที่บรรจุน้ำมันตัวอย่าง พร้อมกับวัดอุณหภูมิด้วยจากนั้น เปิดตารางเทียบที่อุณหภูมิ 60 องศาฟาเรนไฮต์ ซึ่งเป็นอุณหภูมิมาตรฐานของ API

ความสำคัญของการหาความถ่วงจำเพาะของน้ำมันคือ

1. ใช้ในการคำนวณหาปริมาณและน้ำหนัก
2. ช่วยแสดงชนิดของน้ำมันพื้นฐาน
3. ถ้าความถ่วงผิดไปจากเดิม แสดงว่าอาจมีการปนกันระหว่างน้ำมันต่างชนิดกัน

ตัวอย่างความถ่วงจำเพาะของน้ำมัน เช่น น้ำมันดีเซลหมุนเร็วของ ปตท. กำหนดไว้ว่าค่าความถ่วงจำเพาะที่อุณหภูมิ 60 องศาฟาเรนไฮต์ จะต้องมีค่าอย่างต่ำ 0.82 แต่ไม่เกิน 0.90

**2.4.8. สีของน้ำมันดีเซล** โดยธรรมชาติ น้ำมันดีเซลมีสีชาอ่อน แต่บางครั้งสีอาจเปลี่ยน ไปบ้างเนื่องจากในกระบวนการกลั่นน้ำมันอาจจะใช้น้ำมันดิบจากแหล่งต่าง ๆ กัน ซึ่งอาจให้น้ำมันดีเซลมีสีอ่อนหรือเข้มไปบ้าง แต่คุณสมบัติในการเผาไหม้ยังคงเดิม สีของน้ำมันดีเซลไม่ได้เป็นสิ่งสำคัญสำหรับพิจารณาคุณภาพของน้ำมัน แต่ได้กำหนดไว้ให้อยู่ในมาตรฐานของ ASTM ไม่เกิน 3 ซึ่งเป็นสีคล้ายกับสีชา และสีนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ คือสีจะเข้มขึ้นถ้าเก็บไว้นาน ๆ แต่ก็ไม่ได้ทำให้คุณสมบัติของน้ำมันทางด้านการเผาไหม้เปลี่ยนแปลงไป ในกรณีที่สีของน้ำมันดีเซลเปลี่ยนแปลงไปมาก เช่น เป็นสีเขียว หรือสีดำคล้ำ ควรตั้งข้อสังเกตว่าอาจมีการปลอมปนของน้ำมันก๊าด (สีน้ำเงิน) หรือน้ำมันเตาหรือหรือน้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว (สีดำ)

**2.4.9. ปริมาณกำมะถันในน้ำมันดีเซล** ปริมาณกำมะถันที่สูงเป็นสิ่งไม่พึงปรารถนา ไม่ว่าจะเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดใด การกัดกร่อนของกำมะถันนั้นมี 2 ลักษณะคือ ลักษณะที่ 1 เกิดจากการกัดกร่อนของสารประกอบที่เกิดจากการเผาไหม้ของกำมะถัน เมื่อร่วมกับน้ำจะเป็นสารละลายที่มีฤทธิ์เป็นกรดทำให้สามารถกัดกร่อนชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ได้ อย่างไรก็ตามสำหรับเครื่องยนต์

ที่ใช้กำลังสูง อันตรายจากการกัดกร่อนจะน้อยกว่า เนื่องจากอุณหภูมิการทำงานของเครื่องยนต์สูง ตรงข้ามกับเครื่องยนต์ที่ใช้กำลังงานที่อุณหภูมิต่ำ อาจเกิดการหยุดและติดเครื่องบ่อยครั้ง หรือเครื่องยนต์ที่มีความเร็วรอบต่ำ ไอน้ำมีโอกาสกลั่นตัวเป็นหยดน้ำในเครื่องยนต์ได้มาก และลักษณะที่ 2 เกิดจากการกระทำของกำมะถัน (active sulphur) ในน้ำมันเชื้อเพลิงโดยตรง คือน้ำมันจะกัดกร่อนชิ้นส่วนของระบบหัวฉีดเครื่องยนต์ดีเซล เป็นต้น

ดังนั้นการวัดกำมะถันในน้ำมันจึงมีวิธีวัดได้ 2 วิธีคือ ประการแรกวัดตามวิธีของ ASTM D129 หรือ IP242 เพื่อหาปริมาณกำมะถันที่มีอยู่ในน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นการวัดว่าเชื้อเพลิงนั้นหลังจากเผาไหม้แล้วจะมีการกัดกร่อนเพียงใด ประการที่สองเป็นการวัดการกัดกร่อนของชิ้นทองแดงตามวิธีของ ASTM D130 หรือ IP154 เพื่อดูการกัดกร่อนของน้ำมันเชื้อเพลิงก่อนการเผาไหม้ที่จะมีผลต่อระบบหัวฉีดและปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง

**2.4.10. การเลือกชนิดของน้ำมันดีเซลที่เหมาะสม** น้ำมันดีเซลหรือที่ท้องตลาดเรียก น้ำมันดีเซลสำหรับน้ำมันดีเซลหมุนเร็ว และเรียกน้ำมันขี้โล้สำหรับน้ำมันดีเซลหมุนช้า การเลือกน้ำมันดีเซลไม่มีปัญหาเหมือนน้ำมันเบนซิน เพราะน้ำมันดีเซลหมุนเร็วเท่านั้นที่มีจำหน่ายตามสถานีบริการน้ำมัน ส่วนน้ำมันขี้โล้หรือน้ำมันดีเซลหมุนช้าบริษัทจำหน่ายน้ำมันมักขายโดยตรงแก่โรงงานอุตสาหกรรม สิ่งที่ควรระวัง คือ เนื่องจากในปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นรถยนต์นั่ง (รถเก๋ง) หรือรถบรรทุกทั้งหลายมีการใช้เครื่องยนต์ทั้งสองแบบ คือ เครื่องยนต์เบนซินและเครื่องยนต์ดีเซล ดังนั้นช่องเติมน้ำมันของรถยนต์ควรมีป้ายบอกให้ชัดเจนว่าใช้น้ำมันชนิดใด หากใช้น้ำมันผิดชนิดกันจะทำให้เกิดปัญหาอย่างมากแก่เครื่องยนต์

ในกิจการเดินเรือจะได้ยินชื่อน้ำมัน มารีนก๊าซออยส์ (marine gas oil; MGO) ซึ่งหมายถึงน้ำมันดีเซล และอีกชื่อคือ มารีนดีเซลออยลด์ (marine diesel oil; MDO) ซึ่งหมายถึงน้ำมันขี้โล้

สำหรับต่างประเทศมีการแบ่งน้ำมันดีเซลเป็น 2 ชนิดคือ ประเภท 1D และ 2D (ASTM No. 1D, 2D) ประเภท 1D มีองค์ประกอบที่ระเหยไวอยู่มากกว่า เหมาะกับประเทศเขตหนาวหรือตามข้อระบุของเครื่องจักรบางชนิด ส่วนประเภท 2D มีองค์ประกอบที่ทำให้ระเหยช้ากว่า ซึ่งจะมีคุณสมบัติตรงกับน้ำมันดีเซลหมุนเร็วที่มีจำหน่ายในบ้านเรา

**2.4.11. อันตรายจากน้ำมันดีเซล** มีลักษณะคล้ายคลึงกับอันตรายจากน้ำมันเบนซิน เพียงแต่น้ำมันดีเซลไม่มีสารประกอบของตะกั่ว แต่ในน้ำมันดีเซลก็ยังมีสารที่ทำให้เกิดมะเร็งผิวหนังได้หากสัมผัสโดยตรงมาก ๆ สารดังกล่าว คือ PCA (polycyclic aromatic hydrocarbon) จึงควรล้างมือให้สะอาดทุกครั้งหลังจากสัมผัสกับน้ำมันดีเซล ถึงแม้ว่าน้ำมันดีเซลจะมีจุดวาบไฟสูง (75 องศาเซลเซียส) กว่าน้ำมันเบนซินแต่ก็เป็นเชื้อเพลิงที่ติดไฟได้ง่าย จึงจำเป็นต้องตั้งไว้ในแหล่งที่ห่างจากความร้อน ประกายไฟ หรือสารเคมีประเภท strong oxidants

**2.5 ก๊าซไอเสีย**

บรรยากาศบนผิวโลกโดยทั่วไป เราเรียกว่า อากาศ ซึ่งเกิดขึ้นจากส่วนผสมของก๊าซส่วนใหญ่มี 2 ชนิดคือ : ออกซิเจน ($O_2$) ประมาณ 21 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และไนโตรเจน ($N_2$) ประมาณ 78 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ในบรรยากาศ และที่เหลืออีก 1% เป็นก๊าซชนิดอื่นซึ่งจะประกอบด้วยก๊าซอาร์กอน (Ar) 0.94 เปอร์เซ็นต์ที่เหลือ 0.06 เปอร์เซ็นต์เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ การเพิ่มขึ้นของอาร์กอน และคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสิ่งที่ไม่พึงปรารถนา อย่างหนึ่งในหลายอย่างที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ดังตัวอย่างเช่น คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ไฮโดรคาร์บอน (HC) ออกไซด์ของไนโตรเจน ($NO_x$) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์($SO_2$)สารที่ไม่พึงปรารถนาเหล่านี้เราเรียกว่า“อากาศเป็นพิษ” อากาศเป็นพิษมิได้เกิดจากรถยนต์เพียงอย่างเดียว การกระทำอย่างอื่นก็เป็นสาเหตุอีกด้วยเช่น โรงงานอุตสาหกรรม, เครื่องทำความร้อนสำหรับตึก หรืออาคาร หรือจำพวกเตาเผาขยะ และรวมไปถึงเครื่องยนต์ เช่น เครื่องบิน และเรือ

**2.5.1 คาร์บอนมอนน็อกไซด์ (CO)**

CO เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นเหตุเนื่องจากการไม่มีออกซิเจนเพียงพอในระหว่างการเผาไหม้

**2.5.2 ไฮโดรคาร์บอน (HC)**

HC คือ ก๊าซที่ยังไม่ได้เผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งแทรกผ่านรถยนต์ออกมาโดยออกมาได้จากแหล่งต่าง ๆ เมื่อไอของน้ำมันเชื้อเพลิงถูกทำให้ร้อนจนมีอุณหภูมิสูงขึ้น จะรวมตัวกับออกซิเจนอย่างรวดเร็ว แต่ถ้าหากมีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ และไอของน้ำมันที่ยังไม่เผาไหม้ ซึ่งเล็ดลอดออกจากห้องเผาไหม้สู่บรรยากาศนั้น จะเป็นก๊าซ HC เช่นเดียวกับก๊าซ CO ถ้าหากน้ำมันเชื้อเพลิงได้เผาไหม้อย่างสมบูรณ์ในห้องเผาไหม้ ก็จะไม่มีก๊าซ HC กระจายออกมากับไอเสียแต่ตามความจริงแล้ว HC มักจะเกิดขึ้นได้ในกรณีอัตราส่วน อากาศ – น้ำมัน ไม่ถูกต้อง ปริมาณของก๊าซ HC ในไอเสียจะเพิ่มขึ้น เมื่ออัตราส่วนผสม อากาศ – น้ำมันหนาขึ้น ซึ่งสาเหตุเกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ในระหว่างที่ออกซิเจนไม่เพียงพอ แต่ถ้าหากส่วนผสมบางเกินไป ก็ยังคงจะมีผลรวมของก๊าซ HC เพิ่มมากขึ้นอีก แทนที่จะต่ำลง ที่เป็นดังนี้เนื่องมาจากการขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิง ทำให้การกระจายของเปลวไฟ เป็นไปอย่างเชื่องช้า จากเหตุผลนี้ น้ำมันเชื้อเพลิงจะกลายเป็นไอเสียจากห้องเผาไหม้ ก่อนที่มันจะเผาไหม้ได้หมดและจะเกิดการไม่เอื้ออำนวยต่อการเผาไหม้

**2.5.3 ออกไซด์ของไนโตรเจน ($NO_X$)**

$NO_X$ เกิดจากไนโตรเจน และออกซิเจนในอากาศของส่วนผสมน้ำมันกับอากาศ ซึ่งจะผสมกัน หากอุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้เพิ่มสูงขึ้นถึง 1800 องศาเซลเซียส ( 3300 $^0$ฟ ) โดยทั่วไปแล้วจะมีความแตกต่างระหว่างการผสมกันของโมเลกุล ซึ่งเกิดจากไนโตรเจน ($N_2$) และออกซิเจน ($O_2$) เช่น NO , $N_2$, $N_2O$ $N_2$ $O_3$ ฯลฯ ทั้งหมดนี้เรียกว่า ออกไซด์ของไนโตรเจน และเพื่อความสะดวกรวดเร็วจะเขียน $NO_X$ แทน

**2.5.4 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ($SO_2$)**

เกิดจากน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของกำมะถัน (sulfer) เมื่อมีการทำปฏิกิริยากับออกซิเจนก็จะกลายเป็น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์($SO_2$)